



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“MITIGACIÓN DE CONTAMINANTES FÍSICOS Y QUÍMICOS
EN EL ACCESO VEHICULAR DE LA FACULTAD CAREN”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera en Medio Ambiente

Autor:

Ana Rocío Chanaguano Cocha

Tutor:

Ing. PhD Vicente de la Dolorosa Córdova Yanchapanta

Latacunga – Ecuador

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Yo, Chanaguano Cocha Ana Rocío con C.C. 180440878-7 declaró ser autora del presente proyecto de investigación: **“MITIGACIÓN DE CONTAMINANTES FÍSICOS Y QUÍMICOS EN EL ACCESO VEHICULAR DE LA FACULTAD CAREN”**, siendo Ing. PhD. Vicente de la Dolorosa Córdova Yanchapanta, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificó que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....

Chanaguano Cocha Ana Rocío

C.C:1804408787

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparece a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebra de una parte **Chanaguano Cocha Ana Rocío**, identificada/o con C.C. N°**180440878-7**, de estado civil **Soltera** y con domicilio en **Ambato**, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **EL CESIONARIO** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“Mitigación de contaminantes físicos y químicos en el acceso vehicular de la Facultad CAREN”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. –

Fecha de inicio de carrera: **abril 2014**

Fecha de finalización: **agosto 2019**

Aprobación HCD. – **4 de abril 2019**

Tutor. - Ing. PhD. Vicente de la Dolorosa Córdova Yanchapanta

Tema: “Mitigación de los contaminantes físicos y químicos en el acceso vehicular de la Facultad CAREN”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 22 días del mes de julio del 2019.

.....
Chanaguano Cocha Ana Rocío

EL CEDENTE

.....
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“MITIGACIÓN DE CONTAMINANTES FÍSICOS Y QUÍMICOS EN EL ACCESO VEHICULAR DE LA FACULTAD CAREN”, de CHANAGUANO COCHA ANA ROCIO con C.I. 180440878-7, de la carrera de INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 22 de julio del 2019

Ing. PhD. Vicente de la Dolorosa Córdova Yanchapanta

CC: 180163492-2

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Lectores del Proyecto de Investigación con el título:

“MITIGACIÓN DE CONTAMINANTES FÍSICOS Y QUÍMICOS EN EL ACCESO VEHICULAR DE LA FACULTAD CAREN”, de CHANAGUANO COCHA ANA ROCÍO de LA CARRERA INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga de 22 julio del 2019

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)

Ing. Mg. Oscar René Daza Guerra
CC:040068979-0

Lector 2 (Secretario)

Ing. PhD. Marcos David Landívar Valverde
CC:160055872-8

Lector 3 (Oponente)

Ing. Mg. Cristian Javier Lozano Hernández
CC: 060360931-4

AGRADECIMIENTO

Mi mayor agradecimiento a Dios, a todas las personas quienes han sido mi apoyo, fortaleza e impulso para conseguir cada una de las metas previstas en mi vida, a mis hermanas y en especial a mí madre. De manera especial mi agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a mi tutor PhD. Vicente Córdova, por su constancia, dedicación, paciencia y disposición en la elaboración del proyecto, a mi tribunal de lectores Mg. Oscar Daza, PhD. David Landívar y Mg. Cristian Lozano quienes, con sus sugerencias permitieron culminar este proyecto y de manera general al personal docente por impartir el conocimiento científico y las enseñanzas para la vida, a mis amigos y compañeros de clases con quienes vivimos experiencias únicas para recordar toda nuestra vida.

Ana Rocío Chanaguano Cocha

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a las personas más importantes en mi vida quienes son mi inspiración, fuerza mi motivo para enfrentar nuevos retos, a mi madre, que con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre, a mis hermanas Stephanie y Evelin por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento un gracias a mi compañero de vida por brindarme el apoyo moral en este proceso y a mi pedacito de cielo mi hijo Maximiliano Nicolás.

Ana Rocío Chanaguano Cocha

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO:” MITIGACIÓN DE CONTAMINANTES FÍSICOS Y QUÍMICOS EN EL ACCESO VEHICULAR DE LA FACULTAD CAREN”

Autor: Chanaguano Cocha Ana Rocío

RESUMEN

El desarrollo institucional de la Facultad CAREN ha permitido la creación de nuevas vías de acceso para una mejor movilidad. Sin embargo, no se han generado datos de los posibles contaminantes a raíz de la ejecución de la obra vial. La presente investigación tiene como objetivo reducir el impacto socio ecológico de los contaminantes físicos y químicos en el acceso vehicular de la Facultad CAREN. Se realizaron las evaluaciones tempranas de las fuentes de contaminantes físicos (ruido) y químicos ($PM_{2.5}$ y PM_{10}) emitidas por el parque automotor. Los datos fueron obtenidos mediante la utilización de equipos, para ruido el sonómetro (Digital clase II) para PM el E-BAM (medidor de partículas con rayos de atenuación beta). Los niveles de ruido comparado con el TULSMA Libro VI Anexo 5 sobrepasan los límites máximos permisibles (79,7dB nivel máximo) > (45dB). Las concentraciones de material particulado $PM_{2.5}$ y PM_{10} se encuentran dentro de los límites máximos permisibles en 24 horas según el TULSMA Libro VI Anexo 4 ($PM_{2.5}=11,68\mu g/m^3 < (150 \mu g/m^3)$, ($PM_{10}=46\mu g/m^3 < (250 \mu g/m^3)$ y Las Guías de Calidad de Aire y ($PM_{2.5}=11,95\mu g/m^3 < (20 \mu g/m^3)$, ($PM_{10}=46\mu g/m^3 < (50\mu g/m^3)$). Sin embargo, se consideran el pico de horas de mayor concentración PM ($PM_{2.5}$ ($38\mu g/m^3$) a 08H00) y (PM_{10} ($143 \mu g/m^3$) a 13H00). La identificación de la flora nativa se lo realizó según la zona de vida del Ceypsa (Bosque seco Montano – Bajo entre 2.200 – 3.000 m.s.n.m). Se identificaron 7 especies arbóreas molle (*Schinus molle*), pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*), aliso (*Alnus cuminata*), guaba (*Inga insignis*), nogal (*Juglans neotropica*), capulí (*Prunus serótina*), quishuar (*Buddleja bullata*) y 6 especies arbustivas guarango (*Caesalpinia spinosa*), chilca (*Baccharis latifolia*), lechero (*Euphorbia laurifolia*), iguilian (*Monnina obtusifolia*), laurel de cera (*Morella pubescens*), falso tabaco (*Nicotiana glauca*). Estas poseen servicios ecosistémicos de protección como regulador del clima local, prevención de la erosión, fertilidad del suelo y otros servicios como alimentos, recursos medicinales, hábitat para especies etc. En la propuesta se detalla las medidas y actividades como la reforestación responsable, la campaña “Comparte tu Auto”, fijar un límite de velocidad, el uso de la bocina del auto de manera responsable etc. Con el fin de contrarrestar los contaminantes físicos y químicos en el acceso vehicular.

Palabras claves: biodiversidad local, contaminantes, mitigación, servicios ecosistémicos, sostenibilidad.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL AND NATURAL RESOURCES

TITLE" MITIGATION OF POLLUTANTS PHYSICAL AND CHEMICAL IN VEHICULAR ACCESS THE FACULTY CAREN "

Author: Chanaguano Cocha Ana Rocío

ABSTRACT

Institutional development of the Faculty CAREN has allowed the creation of new access roads for better mobility. However, there was to generate pollutants possible following the execution of road work. This research aimed to reduce the environmental impact of partner physical and chemical contaminants in vehicle access Faculty CAREN. early assessments of the sources of physical and chemical (PM_{2.5} and PM₁₀) issued by the fleet pollutants (noise) and were performed. Data were obtained by using equipment to noise sound level meter (Digital class II) to the E-BAM PM (particle sizer with beta ray attenuation). Noise levels compared to TULSMA Book VI Annex 5 exceed the maximum permissible limits (maximum 79,7dB)> (45dB). Concentrations of particulate PM₁₀ and PM_{2.5} are within the maximum allowable limits in 24 hours according to Annex VI TULSMA Paper 4 (PM_{2.5} = 11,68ug / m³) <(150 ug / m³), (PM₁₀ = 46ug / m³) <(250 ug / m³) and Guidelines Air Quality and (PM_{2.5} = 11,95ug / m³) <(20 ug / m³), (PM₁₀ = 46ug / m³) <(50ug / m³). However, they consider the peak hours of highest concentration PM (PM_{2.5} (38ug / m³) to 0800) and (PM₁₀ (143 ug / m³) to 13H00). Identification of native flora was made according to the living area of Ceypsa (dry forest Montano - Low between 2,200 - 3,000 m). They were identified 7 tree species molle (Schinus molle), pumamaqui (Oreopanax ecuadorensis), alder (Alnusa cuminata), guava (Inga insignis), walnut (Juglans Neotropica), gooseberries (Prunus serotina), quishuar (Buddleja bullata) and 6 shrubs guarango (Caesalpinia spinosa), ragwort (Baccharis latifolia), dairy (Euphorbia laurifolia), iguilian (Monnina obtusifolia), laurel wax (Morella pubescens), false snuff (Nicotiana glauca). These ecosystem services have regulatory protection as local climate, preventing erosion, soil fertility and other services such as food, medicinal resources, habitat for species etc. The proposed measures and activities such as reforestation responsible detailing the campaign "Share your Auto", set a speed limit, use of the car horn responsibly etc. In order to counteract the physical and chemical pollutants in vehicle access.

Keywords: local biodiversity, pollution, mitigation, ecosystem services, sustainability.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	i
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
5. OBJETIVOS.....	5
5.1. General	5
5.2. Específicos.....	5
6. ACTIVIDADES A REALIZARSE EN BASE DE LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
CAPITULO I.....	8
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.....	8
7.1. Urbanismo y contaminación	8
7.2. Problemas existentes en el sector urbano	8
7.2.1. Material particulado	9
7.2.2. Impermeabilización y sellado del suelo	10
7.2.3. Ruido vehicular	10
7.2.4. Islas de calor	11
7.3. Ecosistemas	12

7.4.	Servicios ecosistémicos	12
7.4.1.	Tipos de servicios ecosistémicos.....	12
7.5.1.	Campus Sostenible	16
7.5.2.	Objetivo de campus sostenible.....	16
7.5.3.	Modelos y estudios de sostenibilidad de los campus universitarios.....	16
7.5.4.	Modelos utilizados en universidades	17
7.6.	Marco legal.....	19
7.6.1.	Declaración de Talloires	19
7.6.2.	Declaración de Abuja, Educación Superior y Desarrollo Sostenible, Nigeria 2009..	19
7.6.3.	Constitución del Ecuador 2018	20
7.6.4.	Norma técnica de los límites permisibles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles	20
7.6.5.	Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre.....	21
7.6.6.	Norma de Calidad del Aire Ambiente Libro VI Anexo 4.....	21
8.	PREGUNTA CIENTÍFICA.....	22
	CAPITULO II.....	23
9.	METODOLOGÍA	23
9.1.	Cuantificación de las fuentes de contaminantes físicos y químicos emitidos por el parque automotor	23
9.1.1.	Descripción del área de estudio.....	23
9.2.	Cuantificación de fuentes de contaminantes físicos y químicos emitidos por el parque automotor.....	26
9.2.1.	Cuantificación de contaminantes físicos	27
9.2.2.	Cuantificación de contaminantes Químicos	28
9.2.3.	Descripción del equipo E-BAM.....	29
9.3.	Identificación de la biodiversidad local (especies vegetales) con servicios ecosistémicos.	30

9.4. Creación de una propuesta de gestión del acceso vehicular	31
CAPITULO III.....	¡Error! Marcador no definido.
10. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	31
10.1. Cuantificación de las fuentes de contaminantes físicos y químicos del parque automotor.....	31
10.2. Concentración de ruido.....	32
10.3. Datos de PM _{2.5} y PM ₁₀ con análisis de normativa	33
10.3.1. Datos de PM _{2.5}	33
10.3.2. Datos PM ₁₀	35
10.4. Identificación de plantas nativas con servicios ecosistémicos	37
10.5. Propuesta de gestión del acceso vehicular	46
10.5.1. Introducción.....	46
10.5.2. Justificación	47
10.5.3. Objetivos	47
10.5.4. ESTRATEGIA 1	47
10.5.5. ESTRATEGIA 2.....	48
10.5.6. ESTRATEGIA 3.....	50
11. IMPACTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES	51
12. PRESUPUESTO	52
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
13.1. Conclusiones.....	53
13.2. Recomendaciones.....	54
14. BIBLIOGRAFÍA.....	55
15. ANEXOS.....	1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios del proyecto.....	3
Tabla 2. Límites Máximos Permisibles Según Uso de Suelo (Ruido)	20
Tabla 3. Guías de calidad de aire OMS	21
Tabla 4. Concentraciones de contaminantes comunes, niveles de alerta, alarma y emergencia	21
Tabla 5. Cuantificación de vehículos	26
Tabla 6. Punto de muestreo de material particulado.....	29
Tabla 7. Cuadro comparativo con normativa para PM _{2.5}	34
Tabla 8. Especies arbóreas y arbustivas nativas.....	38
Tabla 9. Presupuesto del proyecto	52

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Acceso Vehicular al Campus Salache	24
Gráfico 2. Tipos de vehículos	31
Gráfico 3. Concentración de ruido	32
Gráfico 4. Concentración de PM _{2.5} en 24 horas	34
Gráfico 5. Concentración de PM ₁₀ en 24 horas.....	35

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: GPS	27
Ilustración 2. Sonómetro.....	28
Ilustración 3. EMBA Medidor de partículas	30
Ilustración 4: Campaña de reforestación.....	49

1. INTRODUCCIÓN

El bienestar humano y la mayoría de las actividades económicas dependen de un medio ambiente sano. En el acceso vehicular de la Facultad Caren la presencia de ruido y partículas en suspensión no tenían datos que validaran el estado en el que se encuentran estos contaminantes.

En el presente estudio se realizó las mediciones de ruido como contaminante físico y del material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ como contaminantes químicos generados por el parque automotor que transitan en el acceso vehicular para lo cual se estableció un punto estratégico en un tiempo estimado de 24 horas para cada del material particulado. Además, se realizó la cuantificación de los vehículos clasificándolos por tipos (camionetas, motocicletas, buses, camiones y tractores). Se identificó las especies vegetales nativas según la zona de vida (Bosque Seco- Montano Bajo), estas poseen servicios ecosistémicos de protección como regulador del clima local, prevención de la erosión, fertilidad del suelo y otros servicios como alimentos, recursos medicinales, hábitat para especies entre otros.

En la propuesta se enfoca políticas hacia los beneficios proporcionados por la naturaleza como lo son los servicios ecosistémicos brindados por la flora vegetal local, incluyendo los lineamientos hacia un Campus Sostenible tales como la vinculación de la sociedad con el ambiente, la generación de estrategias, que a través de la valoración de los servicios ecosistémicos se contribuye en la reducción del impacto socio ecológico de los contaminantes físicos y químicos en el acceso vehicular de la Facultad CAREN.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El desarrollo a nivel mundial ha generado varios impactos al ambiente, la construcción de vías de acceso tiene un fuerte impacto en la concentración de contaminantes físicos y químicos, debido a que el parque automotor emana material particulado y ruido al ambiente.

Hay que recalcar que el vivir y convivir en un ambiente sano y equilibrado ecológicamente es un derecho escrito en la Constitución de la República del Ecuador en el Art.14 donde garantiza la sostenibilidad y el buen vivir, como también declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de ecosistemas, la biodiversidad y la integración del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de espacios naturales.

Por lo cual el proyecto de investigación tiene como finalidad brindar aportes de generación de servicios ecosistémicos con la propuesta de gestión, con lineamientos de campus sostenible con especies nativas que ayuden en la mitigación de los contaminantes como ruido y material particulado. Los beneficiarios de esta propuesta son los miembros de la comunidad universitaria como beneficiarios directos logrando la vinculación entre el desarrollo institucional y el ambiente llegando a un aporte más a la sostenibilidad del Campus Salache. La importancia de generar una propuesta de gestión con lineamientos de un Campus Sostenible incluyendo especies nativas de flora es debido a que poseen servicios ecosistémicos como la reducción de temperatura en el área circundante, reducción de contaminación acústica, retención de partículas en suspensión a través de los estomas, fertilidad y conservación del suelo etc.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1. Beneficiarios del proyecto

Directos	Indirectos
Facultad CAREN	Cantón Latacunga
Hombres: 1.058	Hombres: 82.301
Mujeres: 1.135	Mujeres: 88.188
Total: 2.193 habitantes	Total: 170.489 habitantes

Elaborado por: Chanaguano, Ana (2019)

Fuente: Secretaria de la Facultad CAREN (2017) & INEC (2010)

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El desarrollo de los países en materia de movilidad genera un gran impacto ambiental, debido a la alta concentración de contaminantes físicos y químicos, por la presencia del parque automotor. La Organización Mundial de la Salud (OMS) emitió una alerta en mayo del año 2018, que revela que en el planeta nueve de cada diez personas respiran aire contaminado.

En América Latina la ciudad más contaminada es la ciudad de México, según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en 2016 el total de vehículos de motor registrados en circulación fue de 42 millones 932 mil 567 unidades, con un índice de motorización de 350 vehículos por cada mil habitantes, generando el 80% de la contaminación en el país, por la utilización de tecnología obsoleta y la falta de control.

En Ecuador todo el transporte público opera a diésel. La Agencia Nacional de Tránsito (ANT) en el estudio realizado en el año 2010 manifiesta que el parque automotor del país es de dos millones de unidades. En cinco años (2010-2015) creció en el 57%. La combustión hace que los buses expulsen, en forma de humo, el material particulado PM_{2.5}, que son aquellas partículas de diámetro aerodinámico inferior o igual a los 2,5 micrómetros, es decir, son 100 veces más delgadas que un cabello humano. Este material particulado viaja profundamente en los pulmones, penetrando en el aparato respiratorio y depositándose en los alvéolos pulmonares, incluso pueden llegar al torrente sanguíneo.

Provocando enfermedades de tipo respiratorio, tales como la bronquitis, y más recientemente también se han analizado y demostrado sus efectos sobre dolencias de tipo cardiovascular. Los últimos trabajos de OMS 2014 manifiestan que están asociados con incrementos en la morbimortalidad de la población expuesta y al creciente desarrollo del asma y alergias entre la población infantil.

A más de este problema se suma la exposición de ruido que sobrepasa la cifra límite de los 70 decibelios en 24 horas según datos de la OMS, dando lugar a la presencia de trastornos tanto físicos (disminución de la audición, aumento de la presión arterial, etc.) como psicológicos (depresión, incapacidad, fatiga, etc.)

En la ciudad de Latacunga en la última década se ha incrementado el número de vehículos de transporte público, debido a la exigencia de la población de contar con este servicio, en la facultad CAREN, el transporte público es brindado por la cooperativa de transporte urbano Citulasa S.A, que cubre la ruta San Felipe- Salache.

En la Facultad CAREN la concentración de contaminantes físicos y químicos es de fácil apreciación debido a la presencia de partículas en suspensión y ruido provocado por el transporte público. Tomando en cuenta que no existen datos que validen esta información. Frente a este problema se planteó la propuesta de determinar la concentración y ocurrencia de estos contaminantes para el diseño base para la generación de una propuesta de gestión con lineamientos de campus sostenible. Este promueve la preservación de las especies vegetales nativas, que generen servicios ecosistémicos de protección entre otros.

Por ello se define el problema de la siguiente manera:

Alta incidencia de contaminantes físicos y químicos en el acceso a la Facultad CAREN afectando a la comunidad universitaria.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Reducir el impacto socio ecológico de los contaminantes físicos y químicos en el acceso vehicular de la Facultad CAREN.

5.2. Específicos

- Cuantificar las fuentes y contaminantes físicos y químicos emitidos por el parque automotor comparados con la normativa correspondiente.
- Identificar la biodiversidad local con capacidad de generación de servicios ecosistémicos de protección.
- Generar una propuesta de gestión del acceso vehicular para el cumplimiento de los lineamientos de Campus Sostenible.

6. ACTIVIDADES A REALIZARSE EN BASE DE LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Objetivo 1	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad
<p>Cuantificar las fuentes y contaminantes físicos y químicos emitidos por el parque automotor comparados con la normativa correspondiente.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Descripción del área de estudio. 2. Establecer el punto estratégico para la toma de mediciones. 3. Cuantificación de las fuentes (vehículos) por tipo. 4. Realización mediciones de material particulado Pm 10, Pm 2,5 y ruido. 	<p>Tipo y cantidad de vehículos Datos de ruido y material particulado PM₁₀, y PM_{2.5}.</p>	<p>Técnica de Observación: Se determinó el punto estratégico para la toma de datos de ruido y Material Particulado PM₁₀ y PM_{2.5}.</p> <p>Investigación de campo: Para las mediciones se tomó en cuenta el punto estratégico del acceso para las mediciones de material particulado PM₁₀, PM_{2.5} y ruido.</p> <p>Investigación bibliográfica: Se comparó con Tulsma Libro VI Anexo 5 para ruido y Tulsma Libro VI Anexo 4 y Guías de Calidad de Aire OMS para material particulado.</p>

Objetivo 2	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad
Identificar la biodiversidad local con capacidad de generación de servicios ecosistémicos de protección.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación con una breve descripción de cada una de las especies nativas, con apoyo de información de trabajos anteriores. 2. Identificación de los servicios ecosistémicos que brindan la flora nativa. 	Características de las plantas nativas con servicios los ecosistémicos que brindan al ambiente.	Investigación bibliográfica: Ayudó en la recopilación de información de investigaciones ya existentes, acerca de los servicios ecosistémicos que nos brinda la flora local.
Objetivo 3	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad
Generar una propuesta de gestión del acceso vehicular para el cumplimiento de los lineamientos de campus sostenible.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación bibliográfica de casos aplicados en otras universidades 	Propuesta de gestión con lineamientos de Campus Sostenible	<p>Investigación bibliográfica: Con la información disponible de casos prácticos en otras universidades se procesó la información para la propuesta de Gestión con lineamientos Campus Sostenible.</p> <p>Investigación Descriptiva: Consistió en describir los recursos disponibles en el área de estudio para recopilar información.</p>

Elaborado por: Chanaguano, Ana (2019)

CAPITULO I

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

7.1. Urbanismo y contaminación

El proceso de urbanización ha generado a nivel mundial ciudades con problemas de contaminación ambiental, riesgos naturales, hacinamiento, insalubridad e inseguridad que por su condición creciente representan un gran interés para los entes públicos. (Rojas & Gil, 2012)

Maffei & Bianco (2016), afirman que el sector urbano juega un papel importante en el ambiente, la gran presencia de contaminantes se ve visualizada en este sector, generando varios conflictos entre la economía, desarrollo y ambiente.

7.2. Problemas existentes en el sector urbano

Maldonado (2009), menciona al nivel urbano los efectos de las concentraciones de contaminantes en el aire son producto especialmente de la combustión de combustibles fósiles, tanto en la generación de energía como en la combustión de los automotores, y de otros materiales orgánicos como gases de óxidos de azufre (SO_x) y óxidos de nitrógeno (NO_x) que tienen una relación directa con las afecciones respiratorias y las tasas de hospitalización; algo similar sucede con el anhídrido sulfuroso (SO₂). Otro de los tipos de contaminación urbana, tiene que ver con el ruido, especialmente aquél producido por fuentes móviles, puesto que en términos cuantitativos son los automotores los que más ruido producen en las ciudades.

Calderón, Tacuri, & Sellers, (2016), afirman que el incremento exponencial de medios de transporte a nivel mundial ha generado impactos negativos tales como la contaminación por emisiones, consumo de energía, ruido, contaminación visual, accidentes, etc.

7.2.1. Material particulado

Según la EPA (2018) es una mezcla de partículas líquidas y sólidas, de sustancias orgánicas e inorgánicas, en suspensión en el aire. Las partículas, como el polvo, la suciedad, el hollín, son lo suficientemente grandes y oscuras como para verlas a simple vista y otras más pequeñas que solo son detectadas con ayuda de un microscopio.7211

7.2.1.1.PM_{2.5}

Es el contaminante más agresivo para la salud de las personas. Las partículas y compuestos emitidos al aire en ciertas concentraciones pueden producir efectos nocivos en la salud de las personas como, por ejemplo, reducción de la función pulmonar, aumento de la susceptibilidad de contraer infecciones respiratorias, muertes prematuras y cáncer, entre otros. La presencia de partículas en el aire reduce la visibilidad causando una disminución en el bienestar y la calidad de vida. (Sánchez, 2016)

7.2.1.2.PM₁₀

Según Sánchez (2016), menciona que es el material particulado, sólido o líquido, en general de tamaño mayor a 10 micrones, y que es capaz de permanecer en suspensión temporal en el aire ambiente tales como cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera.

7.2.1.3. Efectos del material particulado (PM) sobre la salud y el medioambiente

Según la EPA (2018), manifiesta que la exposición a estas partículas puede afectar tanto a los pulmones como al corazón. Múltiples estudios científicos vincularon la exposición a la contaminación por partículas a una variedad de problemas, que incluyen muerte prematura en personas con enfermedades cardíacas o pulmonares, infartos de miocardio no mortales, latidos irregulares, asma agravada, función pulmonar reducida, síntomas respiratorios aumentados, como irritación en las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar.

Según el Ministerio del Medio Ambiente (2016) de Chile, menciona que, de manera general, el material particulado dañar a las plantas, inhibir el crecimiento de la vegetación y corroer materiales.

La OMS (2006), referente al material particulado $PM_{2.5}$ y PM_{10} , ha demostrado que el riesgo de diversos efectos aumenta con la exposición y hay pocas pruebas que indiquen un umbral por debajo del cual no quepa prever efectos adversos en la salud. en el proceso de fijación de normas manifiesta que se debe orientarse más bien a alcanzar las concentraciones más bajas posibles.

7.2.2. Impermeabilización y sellado del suelo

Perlado & Elorrieta (2007), indican que los procesos de urbanización no tienen en cuenta las consecuencias en los procesos vivos que el suelo mantiene con el resto de ecosistemas. La urbanización sellada que no considera las necesidades de permeabilización del suelo contribuye a empeorar las condiciones climáticas locales (isla de calor, sequedad excesiva, riesgo de inundación). La impermeabilización y sellado del suelo en las amplias zonas detraídas al medio natural o rural y la intensificación de la agricultura no colaboran a la prevención de estructuras resistentes a los probables efectos del cambio climático. Suelo urbanizado equivale a suelo sellado, absolutamente impermeable y cerrado a la interacción con el entorno.

7.2.3. Ruido vehicular

El ruido proveniente del transporte vehicular constituye la principal fuente emisora de este contaminante en las ciudades, producto de la necesidad de movilización diaria de millones de personas a la escuela o al trabajo. La contaminación acústica se ha constituido en una problemática creciente que se expresa mayormente en los sistemas urbanos y cuya causa principal recae en el transporte vehicular. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 1999), estableció límites de 30 a 35 dBA dentro de las viviendas y de 45 dBA en exteriores, como niveles de referencia para que no se presenten molestias o daños auditivos. No obstante, muchas de las legislaciones internacionales han acogido niveles exteriores entre 55 y 65 dBA para zonas residenciales. (Borrero, González, & Domínguez, 2011).

7.2.3.1.Principales fuentes de ruido vehicular

Calderón, Tacuri, & Sellers, (2016), afirman que cada vehículo automotor representa una fuente de ruido muy compleja, en general es la superposición de tres tipos de ruido bien diferenciados el ruido de propulsión generado por el motor, el de la transmisión, sistema de admisión, escape asociado, ruido de rodadura producido por la rodadura entre los neumáticos y la calzada y ruido aerodinámico asociado con las turbulencias que se generan en la superficie del vehículo.

7.2.3.2.Efectos del ruido a la salud

La OMS recomienda que el ruido del ambiente no sobrepase los 65 decibeles, pero se han advertido picos de hasta 80 decibeles en las ciudades más grandes. En Europa, por ejemplo, el exceso de ruido en las ciudades provoca 50 mil infartos cada año de igual manera provoca ansiedad, estrés, náuseas, dolor de cabeza, inestabilidad, pérdida argumentativa, impotencia sexual, cambios de humor, incremento de conflictos sociales, irritabilidad y desórdenes psiquiátricos como neurosis, psicosis e histeria. Los grupos vulnerables son los niños y personas adultas mayores, quienes sufren mayor afectación. (Amable, Méndez, Delgado, & Acebo, 2017)

7.2.4. Islas de calor

La ciudad constituye la forma más radical de transformación del paisaje natural y su aparición da lugar a un espacio eminentemente antropizado en el que la actuación del hombre se manifiesta, no sólo en las componentes visuales del paisaje (el plano y la morfología), sino que también afecta a la calidad del aire y al clima. El asfalto, los edificios y el trazado de la red vial modifican los balances de radiación entre el suelo y el aire, reducen la evaporación, aumentan la escorrentía superficial y disminuyen la velocidad del viento a la vez que aumenta la turbulencia. (Fernández, Allende, Rasilla, Martilli, & Alcaide, 2016).

7.3. Ecosistemas

Bovarnick, Alpizar, & Schnell (2010), manifiestan que los ecosistemas se entiende un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional.

7.4. Servicios ecosistémicos

Pavan (2008), señala que son todos aquellos bienes que nos provee la naturaleza tales como: alimentos, agua dulce, madera, regulación del clima, protección frente a peligros naturales, control de la erosión, recursos medicinales y actividades recreativas.

La Unión Europea (2009), menciona que los ecosistemas de la Tierra dan a la Humanidad toda una serie de beneficios, conocidos como «bienes y servicios ecosistémicos». Los ecosistemas, por ejemplo, producen alimentos (carne, pescado, hortalizas, etc.), agua, combustible y madera, y prestan servicios tales como el suministro de agua, la purificación del aire, el reciclado natural de residuos, la formación del suelo, la polinización y los mecanismos reguladores que la naturaleza, si no se interfiere con ella, utiliza para controlar las condiciones climáticas y las poblaciones de animales, insectos y otros organismos.

7.4.1. Tipos de servicios ecosistémicos

Berghöfer, y otros (2011), afirman que los servicios ecosistémicos se dividen en cuatro grandes grupos: Los servicios de aprovisionamiento, regulación, hábitat o servicios de apoyo y los servicios culturales.

A continuación, el autor nos menciona los diferentes tipos de servicios ecosistémicos con una breve descripción de los bienes que ofrece.

7.4.1.1.Servicios de abastecimiento

Son aquellos beneficios materiales que las personas obtienen de los ecosistemas, como alimento, materia prima, agua dulce y recursos medicinales.

Alimentos: Los ecosistemas proporcionan las condiciones necesarias para el cultivo, la recolección, la caza o la cosecha de alimentos.

Materias primas: Tenemos a la madera, los biocombustibles, las fibras de especies vegetales y animales cultivadas o silvestres.

Agua dulce: Los ecosistemas desempeñan un papel vital en el suministro de agua a las ciudades, aseguran el flujo, almacenamiento y purificación de agua. Además, la vegetación y los bosques influyen en la cantidad de agua disponible localmente.

Recursos medicinales: Los ecosistemas naturales proporcionan una diversidad de organismos que ofrecen remedios eficaces para muchos tipos de problemas de salud. Se utilizan en la medicina popular y tradicional, así como en la elaboración de productos farmacéuticos. (Berghöfer, y otros, 2011).

7.4.1.2.Servicios de regulación

Son aquellos beneficios obtenidos de la regulación de los procesos ecosistémicos, como la regulación de la calidad del aire, la fertilidad de los suelos, el control de las inundaciones, las enfermedades y la polinización de los cultivos. (Berghöfer, y otros, 2011)

Clima local y calidad del aire: Los árboles y el espacio verde bajan la temperatura en las ciudades mientras que los bosques influyen en la precipitación y la disponibilidad de agua tanto a nivel local y regionalmente a su vez juegan un papel en la regulación de la calidad del aire mediante la eliminación de contaminantes de la atmósfera como contaminantes nocivos eliminado incluido O₃, CO, SO₂, NO₂, y los contaminantes particulados.

Secuestro y almacenamiento de carbono: Los ecosistemas regulan el clima mundial mediante el almacenamiento de gases de efecto invernadero. Los árboles y plantas crecen, eliminan dióxido de carbono de la atmósfera y lo retienen eficazmente en sus tejidos.

Moderación de fenómenos extremos: Los ecosistemas y los organismos vivos crean amortiguadores contra las catástrofes naturales. Reducen los daños causados por inundaciones, tormentas, tsunamis, avalanchas, desprendimientos de tierras y sequías.

Tratamiento de aguas residuales: Algunos ecosistemas como los humedales filtran efluentes, descomponen residuos mediante la actividad biológica de los microorganismos y eliminan agentes patógenos nocivos.

Prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo: La cubierta vegetal previene la erosión del suelo y garantiza la fertilidad del suelo mediante procesos biológicos naturales como la fijación del nitrógeno

Polinización: Los insectos y el viento polinizan las plantas y los árboles, lo cual es fundamental para el desarrollo de las frutas, hortalizas y semillas. La polinización animal es un servicio ecosistémico proporcionado principalmente por los insectos, pero también por algunos pájaros y murciélagos.

Control biológico de plagas: Las actividades de los depredadores y parásitos en los ecosistemas sirven para controlar las poblaciones de posibles vectores de plagas y enfermedades. (Berghöfer, y otros, 2011)

7.4.1.3. Servicios de apoyo o hábitat

Son necesarios para la producción de todos los demás servicios ecosistémicos, por ejemplo, ofreciendo espacios en los que viven las plantas y los animales, permitiendo la diversidad de especies y manteniendo la diversidad genética. (Berghöfer, y otros, 2011)

Hábitat para especies: Los hábitats proporcionan todo lo que una planta individual o animal necesita sobrevivir: comida, agua y refugio. Cada ecosistema proporciona diferentes hábitats que pueden ser esenciales para una especie “ciclo vital. Especies migratorias incluyendo aves, peces, mamíferos e insectos todos dependen de diferentes ecosistemas durante sus movimientos.

Conservación de la diversidad genética: La diversidad genética (la variedad de genes entre poblaciones de especies y dentro de ellas) diferencia entre sí a las distintas razas, proporcionando la base para cultivares bien adaptados a las condiciones locales y un conjunto genético para el desarrollo de cultivos. (Berghöfer, y otros, 2011)

7.4.1.4. Servicios culturales

Son los beneficios inmateriales que las personas obtienen de los ecosistemas, por ejemplo, la fuente de inspiración para las manifestaciones estéticas, las obras de ingeniería, la identidad cultural y el bienestar espiritual. (Berghöfer, y otros, 2011).

Actividades de recreo, salud mental y física: Las oportunidades recreativas basadas en la naturaleza desempeñan un papel importante en el mantenimiento de la salud mental y física (por ejemplo, caminar y practicar deportes en parques y espacios verdes urbanos).

Turismo: El disfrute de la naturaleza atrae mundialmente a millones de viajeros, y comprende beneficios para los visitantes como oportunidades de generación de ingresos para los proveedores de servicios de turismo natural.

Apreciación estética e inspiración para la cultura, el arte y el diseño: Los animales, las plantas y los ecosistemas han sido fuente de inspiración de gran parte de nuestro arte, cultura y diseño; también sirven cada vez más de inspiración para la ciencia.

Experiencia espiritual y sentimiento de pertenencia: La naturaleza es un elemento común en la mayoría de las principales religiones. El patrimonio natural, el sentimiento espiritual de pertenencia, el conocimiento tradicional y las costumbres ligadas son importantes para crear un sentido de pertenencia. (Berghöfer, y otros, 2011).

7.5. Recuperación de ecosistemas y servicios ecosistémicos

Gómez & Plascencia (2016), indican la necesidad de comunicar acerca del valor de la conservación de la biodiversidad, los ecosistemas forestales y los servicios ecosistémicos se ha tornado un tema indispensable para implementar herramientas educativas para llevar a cabo actividades que busquen la integración de la sociedad universitaria y civil a los procesos de conservación, restauración y conocimientos sobre los servicios ecosistémicos que ofrece un área natural. La ciencia ha demostrado que una buena estructura arbórea dentro de una ciudad es capaz de reducir la contaminación ambiental, ya que puede absorber, retener y precipitar las partículas que se encuentran suspendidas en el aire. Además, hay una creciente conciencia en el hecho que una buena cobertura de arbolado en las ciudades genera varios beneficios adicionales en relación al control de riesgos de inundaciones, a la regulación de temperaturas extremas, al control de ruidos y una serie de aspectos que mejoran la calidad de vida de los ciudadanos. (Domínguez, y otros, 2009)

7.5.1. Campus Sostenible

Es un sistema donde se combinan principios, políticas, estrategias y acciones con dimensiones académicas, organizacionales, operativas, sociales y culturales, para promover el equilibrio armónico entre sociedad y naturaleza, de manera equitativa, social y de respeto por la vida. (Latorre & González, 2017).

7.5.2. Objetivo de campus sostenible

El objetivo principal es construir una sociedad justa con un rico ambiente cultural y respeto al medio ambiente, con fortalecimiento en sus esfuerzos para lograr la sostenibilidad y facilitando la interacción entre las universidades, las empresas y la sociedad. (Latorre & González, 2017).

7.5.3. Modelos y estudios de sostenibilidad de los campus universitarios

Los diversos enfoques existentes hacia la sostenibilidad en las universidades, algunas instituciones solo se conforman con tener una o dos carreras que tratan el tema ambiental y allí acaba su tarea en este tema. Pero otras más consientes han adoptado una política ambiental o han firmado acuerdos de sostenibilidad a nivel nacional o internacional. (Latorre & González, 2017).

Varias han ido más allá y han implementado sistemas de gestión ambiental como EMAS o ISO14001 y han incorporado normas ambientales para la construcción y operación de sus edificios como Leed y Green Smart. Finalmente, unas pocas han establecido oficinas de sostenibilidad con varias decenas de personas trabajando, en asocio con todas las dependencias de la universidad, para minimizar el impacto ambiental del campus dando a la universidad la atribución de formación, educación y apoyo para la sostenibilidad. (Latorre & González, 2017)

7.5.4. Modelos utilizados en universidades

7.5.4.1.ISO14001

Latorre & González (2017), aducen a este modelo voluntario y de corte administrativo ha sido establecido por la ISO y ayuda a la organización a identificar, priorizar y gestionar los riesgos ambientales, como parte de sus prácticas de negocios habituales. Plantea cinco etapas para crear un sistema de gestión ambiental (SGA). Primero establecer una política ambiental, segundo elaborar un plan de acción para atender los aspectos e impactos ambientales de la empresa, tercero implementar estas acciones, cuarto realizar una comprobación de que sí se están haciendo las acciones y corregir donde se requiera y quinto revisión de todo esto por la gerencia de la empresa. Esta norma tiene un corte eminentemente administrativo y operativo y no toca los aspectos curriculares directamente, pero muchas universidades la adoptaron en el futuro.

7.5.4.2.El Modelo STARS6

Latorre & González (2017), subrayan a este modelo como “transparente y auto informado” ha sido elaborado por la Asociación para el Avance de la Sostenibilidad en la Educación Superior de los Estados Unidos (AASHE-USA) y es seguido por muchas universidades de ese país de Canadá, México y Europa. El sistema incluye cinco grandes temas.

1. En lo Académico, referido a la inclusión de cursos y programas de estudio en el tema ambiental, lo mismo que el desarrollo de la investigación (Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education).

2. Su impacto ambiental (consumos, residuos, huella de carbono y similares).
3. El de Compromiso que mide la vinculación de los actores universitarios en el tema ambiental de la universidad, de la comunidad y del entorno.
4. Finalmente, el de planificación y administración que se concentra en mirar los recursos económicos, los planes y la estructura de la organización para abordar el tema de la sostenibilidad.

7.5.4.3. UIGreen Metric

Latorre & González (2017), aseveran a este modelo como un sistema también voluntario y organizado por la Universidad de Indonesia que incluye cinco grandes temas. ubicación del campus e infraestructura; energía y cambio climático; residuos sólidos; transporte y educación. Cada uno de estos temas se divide en aspectos y estos, a su vez, en variables cuantificables. Por eso este sistema también establece un puntaje que permite que las instituciones sean priorizadas y cada año se publica el ranking mundial de las universidades más sostenibles.

7.5.4.4. Caso Colombia

Gandini (2016), indica a la Universidad Autónoma de Occidente que en el año 2015 aprobó el proyecto “Diseñar un modelo de Campus Sostenible que articule las acciones y programas generados desde la academia, la investigación, la operación interna y la proyección social de la Universidad Autónoma de Occidente, en función del compromiso y responsabilidad ambiental y social” , con el propósito de transformarse justamente en eso: un campus sostenible en su dimensión académica, investigativa, administrativa, operacional y de proyección social.

Gandini (2016), revela que la Universidad ha logrado incrementar el desempeño ambiental de los siguientes componentes operativos de Campus Sostenible.

En el componente operativo de Cambio, climático o Movilidad y transporte o Calidad de aire, consta un sistema de monitoreo de la calidad de aire al conjuntamente con un sistema que ayuda en la estimación de la huella de carbono institucional en tiempo real.

Gandini (2016), menciona que el componente de Campus verde o Jardinería y paisajismo está estructurado un programa anual de paisajismo y jardinería en la Universidad, se ha realizado una medición de los niveles de ruido de la Universidad y de acuerdo con los resultados, se ha definido las acciones de mitigación correspondientes, analizando la población de fauna y flora de la Universidad.

Gandini (2016), insiste que la Universidad activamente promueve este tipo de acciones en su comunidad y en su entorno social y económico. La institución involucra activamente su conocimiento, experiencia y recurso humano para abordar y dar soluciones a los retos ambientales y sociales que enfrenta la sociedad actual y futura, con miras a establecer un equilibrio entre las necesidades de los seres humanos y las de los demás seres con los cuales compartimos el planeta, para garantizar su proceso de evolución e integración en la trama de la vida.

7.6. Marco legal

7.6.1. Declaración de Talloires

En esta declaración se manifiesta que los rectores, vicerrectores y vicescancilleres de las universidades de todo el mundo, están conscientes del rápido e impredecible crecimiento de la contaminación, de la degradación del medio ambiente y del agotamiento de los recursos naturales. De hecho, la contaminación del agua y del aire local, regional y global, la destrucción y la disminución de bosques, suelos y agua, la reducción de la capa de ozono y la emisión de gases contaminantes peligran en contra de la supervivencia de los seres humanos y especies vivientes, la integridad de la tierra y su biodiversidad, la seguridad de las naciones y en contra de la herencia que permanecerá para las futuras generaciones. (Talloires, 1990)

7.6.2. Declaración de Abuja, Educación Superior y Desarrollo Sostenible, Nigeria 2009

Esta declaración afirma que las universidades tienen una responsabilidad ineludible en la resolución de las problemáticas ambientales, de las que son contribuidoras. El paradigma de la sostenibilidad ha llegado a la práctica universitaria traduciéndose en actuaciones de ambientalización curricular y de gestión ambiental, pero también de responsabilidad social. (Alba, 2017)

7.6.3. Constitución del Ecuador 2018

En el Art. 14 se menciona que la población tiene el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir enmarcado en el "Sumak Kawsay". La preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados es de interés público. (Constitución, 2008)

7.6.4. Norma técnica de los límites permisibles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles

La presente norma técnica es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstas, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio Nacional (Tulsma, 2015).

Tabla 2. Límites Máximos Permisibles Según Uso de Suelo (Ruido)

Niveles Máximos de Ruido Permisibles Según Uso de Suelo		
Tipo de zona según uso de suelo	Nivel de presión sonora equivalente NPS eq [dB(A)]	
	06H00 A 20H00	20H00 A 06H00
Zona Hospitalaria y Educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

Elaborado por: Chanaguano, Ana (2019)

Fuente: Tulsma (2015)

7.6.5. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre

Tabla 3. Guías de calidad de aire OMS

GUÍAS	PROMEDIOS
MP2.5	10 ug/m ³ media anual
	25 ug/m ³ media de 24 horas
MP10	20 ug/m ³ media anual
	50 ug/m ³ media de 24 horas

Elaborado por: Chanaguano, Ana (2019)

Fuente: Guías de calidad del aire de la OMS (2005)

7.6.6. Norma de Calidad del Aire Ambiente Libro VI Anexo 4

La presente norma tiene como objetivo principal el preservar la salud de las personas, la calidad del aire ambiente, el bienestar de los ecosistemas y del ambiente en general. Para cumplir con este objetivo, esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en el aire ambiente a nivel del suelo. La norma también provee los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las concentraciones de contaminantes en el aire ambiente. (Tulsma 2015)

Tabla 4. Concentraciones de contaminantes comunes, niveles de alerta, alarma y emergencia

CONTAMINANTE Y PERIODO DE TIEMPO	ALERTA	ALARMA	EMERGENCIA
PM _{2.5} Concentración en 24 horas	150 ug/m ³	250 ug/m ³	350 ug/m ³
PM ₁₀ Concentración en 24 horas	250 ug/m ³	400 ug/m ³	500 ug/m ³

Elaborado por: Chanaguano, Ana (2019)

Fuente: Tulsma (2015) Anexo 4

Nota: Las especificaciones para el monitoreo se lo realizaron según la norma EPA -450/4-87-007 de Mayo de 1987 acerca de Guías para el Monitoreo Ambiental para la Prevención del Deterioro Ambiental Significativo

8. PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Se redujo el impacto socio ecológico de los contaminantes físicos y químicos en el acceso a la Facultad CAREN con la recuperación de los servicios ecosistémicos?

Los datos que se obtuvieron del monitoreo de ruido y de material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el lugar se generó una propuesta de un modelo de gestión con lineamientos de Campus Sostenible incluyendo a las plantas nativas y los servicios ecosistémicos que poseen.

Según Priego (2002), menciona que se han hecho distintas pruebas en terreno y han demostrado que las plantaciones de árboles y arbustos diseñadas apropiadamente pueden reducir de manera significativa el ruido. Las hojas y ramas reducen el sonido transmitido, principalmente dispersándolo, mientras el suelo lo absorbe. Los cinturones anchos de 30m de árboles altos y densos, combinados con superficies suaves del suelo pueden reducir los sonidos entre un 50%. Para espacios de plantaciones estrechas (menos de 3 m de ancho) la reducción del ruido es de 3 a 5 decibelios siempre y cuando la vegetación sea densa antepuesta por una hilera de arbustos.

De igual manera la vegetación urbana puede directa o indirectamente afectar a la calidad del aire a nivel local o regional. Actúa en la reducción de la temperatura y efectos micro climáticos, esto debido a que la vegetación influye directamente sobre la temperatura amortiguando los rigores estivales y disminuyendo la intensidad de las islas de calor. Esto se justifica por el incremento de la superficie protegida de la radiación solar por la sombra de los árboles. De igual manera se incrementa la humedad ambiental por la propia transpiración y el riego de los suelos con vegetación, con el consiguiente alivio térmico, los árboles disminuyen los contaminantes gaseosos del aire por medio de la captación de estos por las estomas de las hojas.

Donde la vegetación juega un papel importante es en la reducción de pequeñas partículas que están en suspensión en la atmósfera, estas pueden ser absorbidas por los árboles, aunque la mayoría de las partículas que son interceptadas, son retenidas en la superficie de la planta y estas partículas adheridas a la superficie volverán al sistema cuando las hojas caigan o sean lavadas por las acciones de la lluvia.

CAPITULO II

9. METODOLOGÍA

9.1. Cuantificación de las fuentes de contaminantes físicos y químicos emitidos por el parque automotor

9.1.1. Descripción del área de estudio

9.1.1.1. Ubicación Geográfica del CEYPSA

El CEYPSA está localizado en la Provincia de Cotopaxi, en el Cantón Latacunga, a 7 Km al sur del casco urbano.

Sitio: Salache Bajo

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

9.1.1.2. Coordenadas

Longitud: 78°37'19,16" E

Latitud: 00°59'47,68" N

9.1.1.3. Coordenadas: Cuadrícula Mercator UTM.

N: 9888.749,37. E: 764.660,386.

9.1.1.4. Altitud

2750 a 2822 m.s.n.m.

Gráfico 1. Acceso Vehicular al Campus Salache



Fuente: Google

La Universidad Técnica de Cotopaxi, en su afán de responder a las exigencias de una eficiente formación profesional en este caso concreto en el campo de las Ciencias Agrícolas, Veterinaria, Ambientales y Ecoturismo, mediante la vinculación del proceso enseñanza aprendizaje al proceso productivo, se adquirieron dos haciendas: La denominada Florícola Salache Bajo y la Santa Bárbara de Salache, donde actualmente funcionan los predios universitarios, en la actualidad existe un incremento en la demanda de elementos de aprendizaje, en el proceso de formación profesional

La cobertura vegetal del CEYPSA en la planicie es de 22 has., que corresponden al 35% y sin cobertura vegetal de 26 has., que corresponden al 65%, la extensión del área total es de 48 hectáreas (Has), en donde están distribuidas en 4 áreas con subdivisiones o lotes cada una:

Área A: Área Recreacional con 4 lotes.

Área B: Área Agrícola y Pecuaria con 6 lotes.

Área C: Área de Construcción con 2 lotes.

Área D: Área de Recuperación y Protección con 5 lotes hasta los límites de los predios de la Universidad.

9.1.1.5. Clima

El CEYPSA se encuentra dentro de la región bioclimática Subhúmedo Templado. Esta región se extiende desde los 2000 a 3000 m.s.n.m., con una temperatura media anual que varía entre los 12 y 18 °C. En la localidad su temperatura media anual es alrededor de 14.5 °C y la precipitación media anual es superior a 300mm., e inferior a 600mm, (CEYPSA es de 540 mm.). (Benavides & Daza, 2013)

Los meses que tiene un leve incremento en el promedio de temperatura mensual son: enero, febrero, marzo y abril. Los meses de menor temperatura en el año son: junio, julio y agosto, que coinciden con los meses de heladas. (Benavides & Daza, 2013)

La temporada lluviosa comienza ligeramente en octubre y se extiende con más precipitación desde enero hasta abril, intercalada con una estación seca que va desde mayo hasta septiembre. (Benavides & Daza, 2013)

Alrededor de seis y siete meses son ecológicamente secos, y va de mayo hasta noviembre. Ecológicamente no hay meses húmedos. (Benavides & Daza, 2013)

9.1.1.6. Ecología

El CEYPSA se encuentra en la formación ecológica bosque seco Montano Bajo (bs MB). Los componentes climáticos corresponden a una altitud que varía entre 2.200 a 3.000 m.s.n.m., con temperatura media anual que oscila entre 12 y 20 °C y esta baja a la madrugada a 2 ó 4 °C bajo cero lo que es un factor limitante para la agricultura. (Benavides & Daza, 2013)

9.1.1.7. Hidrografía

El predio se encuentra en la microcuenca del río Salache – Isinche, que está incluida el área de drenaje natural de la subcuenca del río Cutuchi, que a su vez forma parte de la cuenca alta del río Pastaza. Esta área es parte de la cuenca del río Amazonas, vertiente del Océano Atlántico. A través de la brecha del Agoyán recibe esta zona, la influencia de las corrientes aéreas que caracterizan el amazónico (Benavides & Daza, 2013)

9.1.1.8. Suelos

Los suelos de esta área están formados por un enorme depósito de lahares, procedente del volcán Cotopaxi, integrado especialmente por bosques dentro de una matriz areno- arcillo. Se caracteriza por ser suelos profundos, medios y superficiales; las texturas van de franco–areno y hasta franco–arcilloso. El pH varía de neutro a ligeramente alcalino. El contenido de materia orgánica va de bajo a medio. (Benavides & Daza, 2013)

9.1.1.9. Flora

En la zona de vida que se encuentra el CEYPSA corresponde a la zona de “bosque seco Montano - Bajo”, ya que en el sentido geográfico esta zona corresponde a las llanuras y barrancos secos del Callejón Interandino y está en la cota de 2.200 – 3.000 m.s.n.m., la isoterma es de los 12 grados centígrados. (Benavides & Daza, 2013).

9.2. Cuantificación de fuentes de contaminantes físicos y químicos emitidos por el parque automotor

Para la cuantificación de las fuentes se consideró un punto estratégico (garita de guardianía) por medio de la observación se levantó información de la cantidad de vehículos en un lapso de dos días con un horario de 7H00 am a 7H00 pm siguiendo el cuadro a continuación.

Tabla 5. Cuantificación de vehículos

Punto De Monitoreo	De	Tipo de Vehículo	Día 1	Día 2	Promedio Día
Entrada al bloque de aulas (garita de guardianía)	al de	Motocicletas			
		Automóviles			
		Camionetas			
		Tractor			
		Buses			

Elaborado por: Chanaguano, Ana (2019)

9.2.1. Cuantificación de contaminantes físicos

Se consideró al calor y el ruido como contaminantes físicos, pero por motivos de disponibilidad de equipos se procedió a tomar mediciones de ruido en el horario de 7H00 am hasta las 7H15 pm, tiempo donde se visualiza la presencia de vehículos.

Para la ubicación del punto estratégico se utilizó un GPS con las siguientes características

Marca: GARMIN

Modelo: ETREX20

Pantalla: TRANSFLEKTIVER 2.2 PULGADAS COLOR

Ilustración 1: GPS



Fuente: Chanaguano, Ana (2019)

Tabla 6. Punto de monitoreo de ruido y características del clima

PUNTO (Garita de guardianía)	CLIMA
X: 7664903 Y: 9889419 Altura: 2716msnm	Temperatura máxima: 20.1 °C Temperatura mínima: 9.0 °C
	Viento. - Dirección: Sur Velocidad: 4m/s

Elaborado por: Chanaguano, Ana (2019)

El equipo que se utilizó para medición del ruido fue el sonómetro con las siguientes características. El sonómetro fue calibrado antes de utilizarlo en campo, fue ubicado a un metro (1m.) de superficies refractantes con dirección hacia la fuente y a una altura de 1.5 m debidamente nivelado.

Sonómetro: Digital clase II

Marca: CEM Sound Level Meter

Modelo: DT 8851

Serie: NO.12052369

Ilustración 2. Sonómetro



Fuente: Chanaguano, Ana (2019)

9.2.2. Cuantificación de contaminantes Químicos

Los contaminantes químicos que se tomaron a consideración fueron material particulado $PM_{2.5}$ y PM_{10} . Antes de proceder a tomar los datos se procedió a identificar el punto de muestreo para lo cual se consideró la seguridad del equipo a utilizarse, la disponibilidad de corriente eléctrica y la dirección del viento. Las especificaciones para el monitoreo se lo realizaron según la norma EPA -450/4-87-007 de Mayo de 1987 acerca de Guías para el Monitoreo Ambiental para la Prevención del Deterioro Ambiental Significativo.

Tabla 6. Punto de muestreo de material particulado

PM _{2.5}	PM ₁₀
X:764896	
Y:9889426	
Altura:2722msnm	

Elaborado por: Chanaguano, Ana (2019)

9.2.3. Descripción del equipo E-BAM

El E-BAM es un monitor portátil de aire atmosférico basado en el principio de la absorción atenuación beta, es decir no necesita que el filtro sea pesado. El equipo fue instalado a 1m del margen de la vía con dirección al viento para una lectura de datos verídicos.

9.2.3.1. Selección del Sitio de Muestreo.

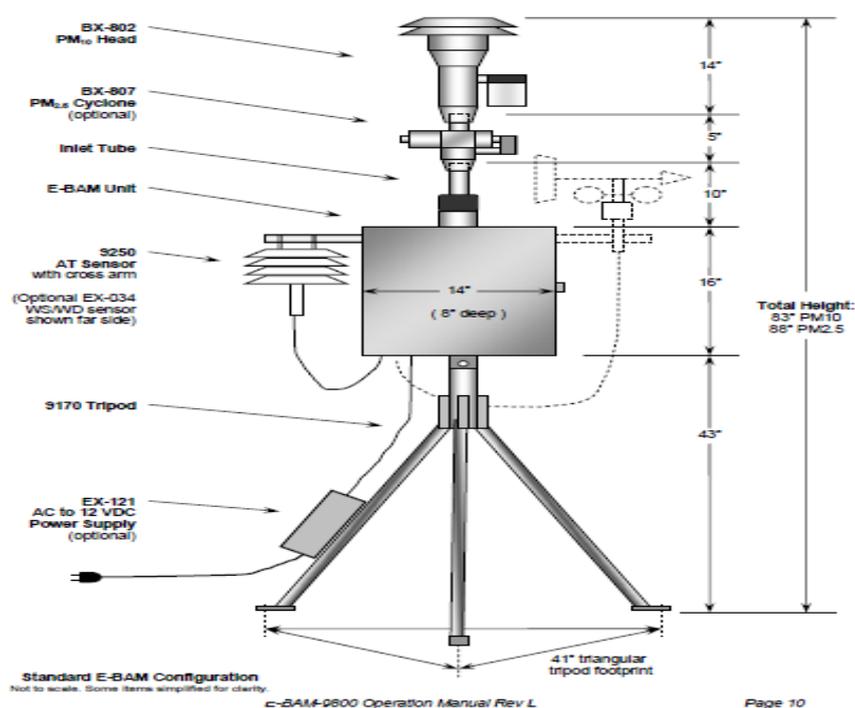
El sitio óptimo para el monitoreo del aire ambiental es un lugar donde el E-BAM está cerca de la zona de respiración (breathing zone) de las personas. Sin embargo, por consideraciones prácticas, tales como, la prevención de vandalismo, por seguridad, adecuada accesibilidad, disponibilidad de electricidad, etc., generalmente requiere que el E-BAM sea instalado en un sitio elevado. En sitios donde la fuente está en una posición elevada, la toma de aire de entrada del E-BAM debe ubicarse entre 2-15 metros sobre el nivel del suelo. En sitios donde la fuente está a nivel del suelo, con gradientes de concentración en pasos verticales, la toma de aire debe ubicarse tan cercana como sea posible a la zona de respiración

Si el E-BAM es localizado en un techo u otra estructura, debe existir un mínimo de 2 metros de separación desde paredes, parapetos, casas, etc.. Los árboles proveen superficies para la deposición de material particulado, como también producen restricción al flujo de aire. Por lo tanto, el E- BAM debería ser ubicado al menos a 20 metros desde la línea de goteo de los árboles (drip line). El E-BAM debe ser instalado en un área libre de obstrucciones. La distancia entre las obstrucciones y el E-BAM debe ser al menos el doble de la altura en que la obstrucción sobresale del E-BAM. Adicionalmente, debe existir un flujo de aire sin restricción en al menos un arco de 270 (°) alrededor del E-BAM. La dirección predominante para la temporada de mayor contaminación, debe estar incluida en este arco de 270 (°).

9.2.3.2. Espaciamiento desde Carreteras/Caminos (Roads).

Los monitores ambientales deben ser localizadas más allá de la pluma de partículas concentradas generada por el tráfico. Adicionalmente, los monitores ambientales deberían ser ubicados, no tan cerca, que las partículas más pesadas resuspendidas por el tráfico dominen los niveles de concentración medidos. Los caminos y calles con menor tráfico (menor a aproximadamente 3.000 vehículos por día) normalmente no son considerados una fuente importante de contaminantes provenientes del tráfico vehicular. Al localizar un E-BAM cerca de una calle de menor tráfico, debe estar a una distancia mayor de 5 metros del límite de la vía de tráfico más cercana y entre 2 a 15 metros sobre el nivel del suelo. Al localizar un E-BAM, por debajo del nivel de una autopista (5 metros o más), debería ser localizado no más cercano a aproximadamente 25 (metros) desde el borde de la pista de tráfico más cercana.

Ilustración 3. EMBA Medidor de partículas



Fuente: Google

9.3. Identificación de la biodiversidad local (especies vegetales) con servicios ecosistémicos.

Para la identificación de la biodiversidad se consideró el piso altitudinal del área de estudio identificando siete especies arbóreas y seis especies arbustivas. Se detalló el nombre científico, una descripción breve y los servicios ecosistémicos que brindan al ambiente.

9.4. Creación de una propuesta de gestión del acceso vehicular

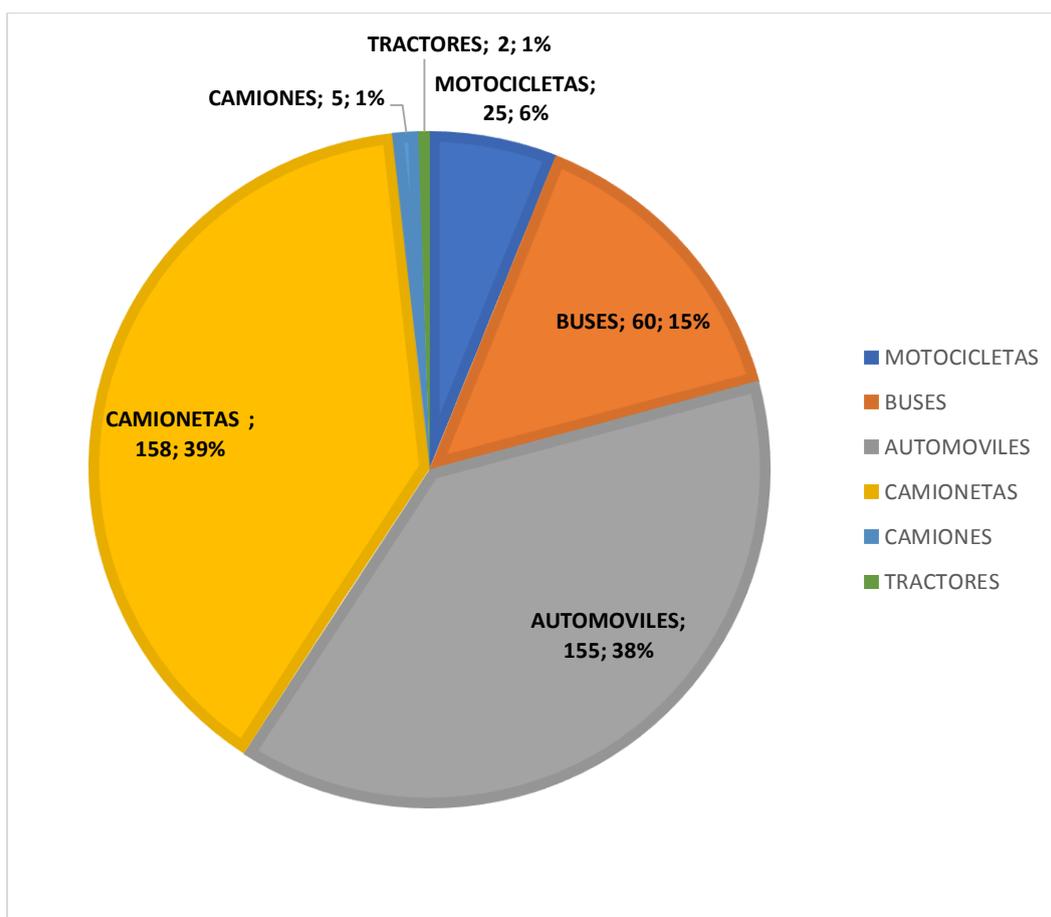
Para generar la propuesta de gestión del acceso vehicular a la facultad CAREN, se revisó información de casos anteriores aplicados en universidades. De igual manera se planteó un programa con sus respectivas actividades para alcanzar la gestión adecuada del acceso vehicular.

10. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Cuantificación de las fuentes de contaminantes físicos y químicos del parque automotor

Se recolectó datos del número de vehículos transitados, clasificándolos por tipos en el lapso de 2 días en el horario de 7H00am - 7H00pm.

Gráfico 2.Tipos de vehículos

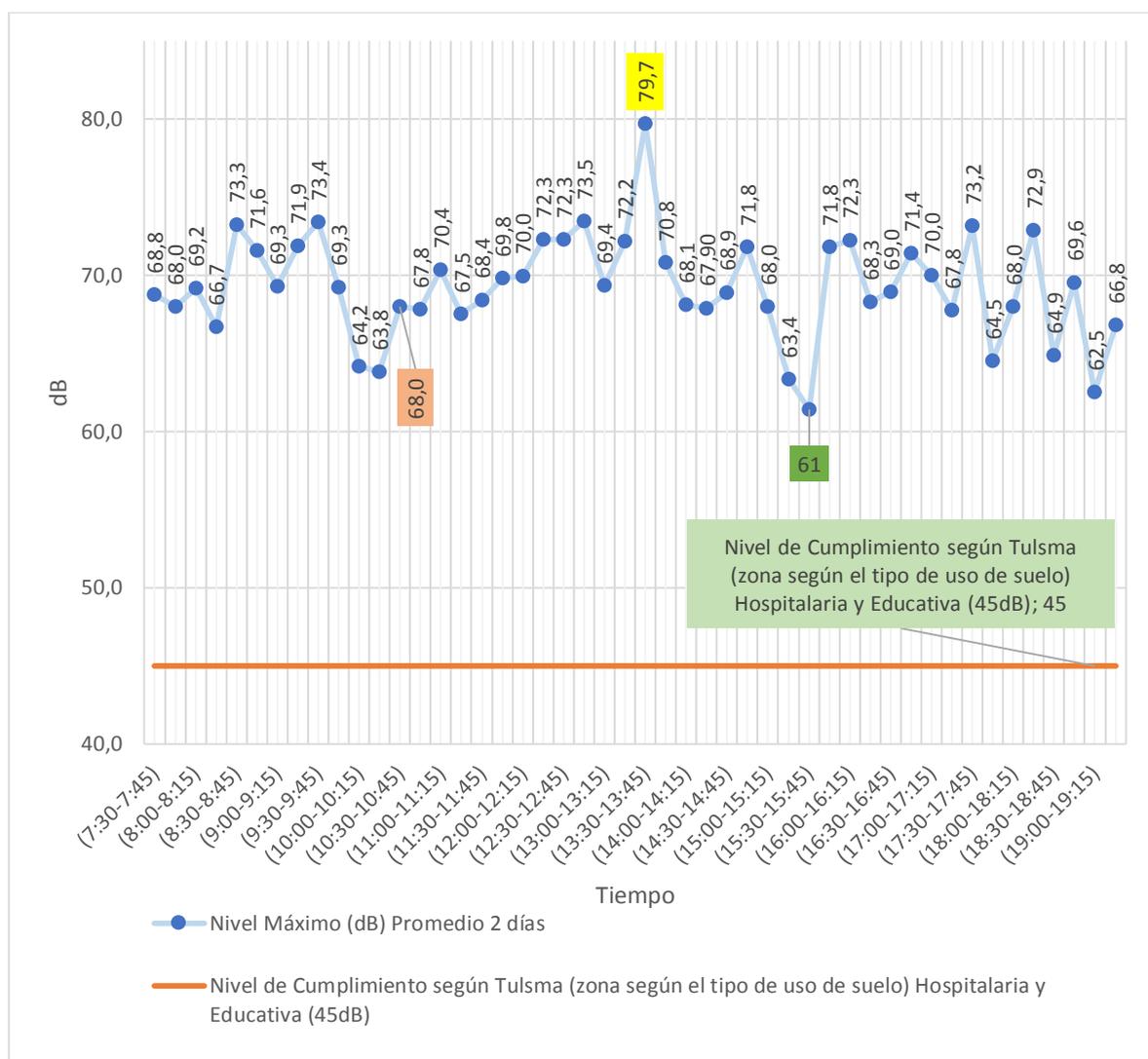


Elaborado por: Chanaguano, Ana (2019)

En el gráfico 2 se aprecia el tipo de vehículos (motocicletas, buses, automóviles, camionetas, camiones y tractores transcurridos en el día desde las 7H00 am hasta las 7H00 pm, los vehículos más transitados son las camionetas (158 unidades 39%), los automóviles (155 unidades 38%) y buses de transporte público (60 unidades 15%) con menor volumen se encuentran las motocicletas (25 unidades 6%), camiones (5 unidades 1%) y tractores (2 unidades 1%). De un total de 404 vehículos transitados promedio día.

10.2. Concentración de ruido

Gráfico 3. Concentración de ruido

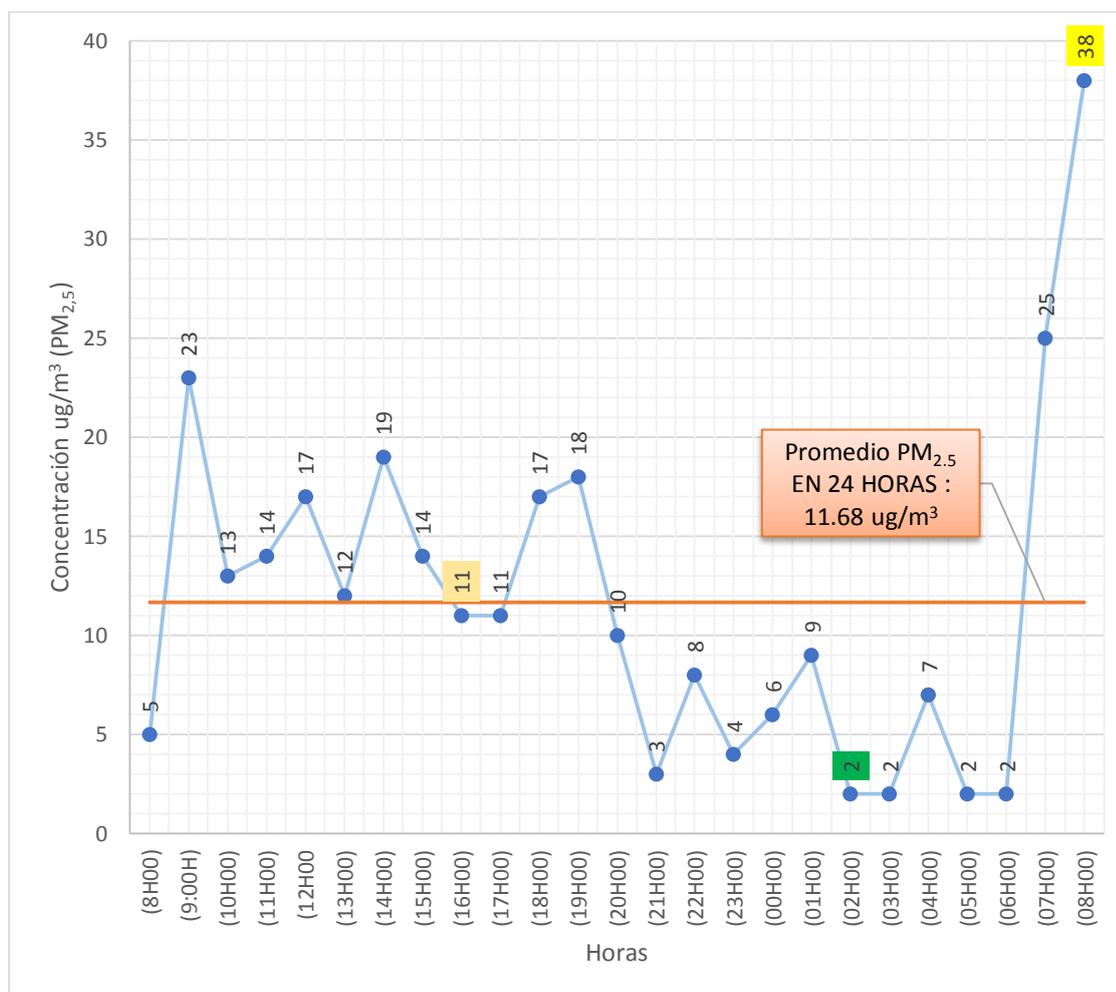


Elaborado por: Chanaguano, Ana (2019)

En el gráfico 3 se aprecia el nivel de decibeles (dB) en 2 días, establecidos en el horario de 7:30am a 7:15pm. Los datos obtenidos fueron comparados con la normativa Tulsma (los límites permisibles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles), todos los datos obtenidos se encuentran fuera de los límites permisibles de (45dB) según el tipo de uso de suelo (Zona hospitalaria y Educativa). El rango máximo se encuentra en el lapso de (13:30 a 13:45) con un valor de (79,7dB), el mínimo (61,4dB) en el horario de (15:30 a 15:45), el dato que más se repite es (68dB) y el valor de (69dB) se encuentra en el medio de todos los datos.

10.3. Datos de PM_{2.5} y PM₁₀ con análisis de normativa

10.3.1. Datos de PM_{2.5}

Gráfico 4. Concentración de PM_{2.5} en 24 horas

Elaborado por: Chanaguano, Ana (2019)

En el gráfico 4 se visualiza el comportamiento de los datos obtenidos en 24 horas desde (8:00am a 8:00 del día siguiente). Se indica el valor máximo de 38ug/m³ a las 08:00 del día siguiente donde se evidencia mayor concentración de PM_{2.5}, los valores mínimos se encuentran en las horas (8:00) del primer día con un valor de 2 ug/m³ en las horas de (02H00), (03H00) (05H00) y (06H00) del día siguiente el dato que se encuentra en el medio es de (11 ug/m³).

Tabla 7. Cuadro comparativo con normativa para PM_{2.5}

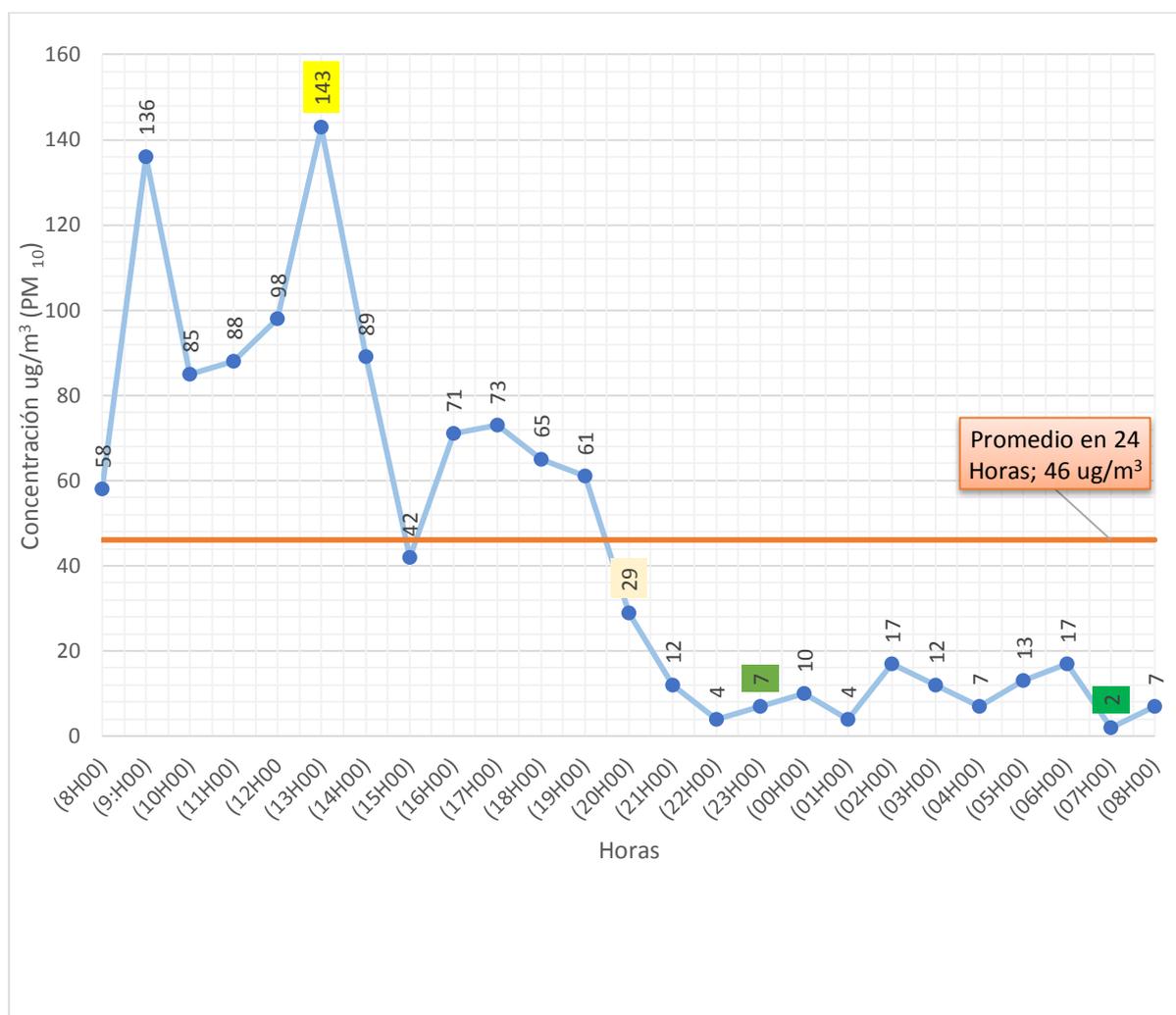
GUÍAS DE CALIDAD DE AIRE OMS 2005	DE PROMEDIO DE PARTICULADO (HORAS)	DE MATERIAL PM _{2.5} (24 HORAS)	CRITERIO (CUMPLE O NO CUMPLE)
20 µg/m ³		11.68 µg/m ³	CUMPLE
NORMA DE CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE LIBRO VI ANEXO 4			
ALERTA 150 µg/m ³ en 24 Horas	ALARMA 250 µg/m ³ en 24 Horas	EMERGENCIA 350 µg/m ³ en 24 Horas	
CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	

Elaborado por: Chanaguano, Ana (2019)

En la tabla 7 se aprecia el cuadro comparativo con las Guías de Calidad de Aire OMS y la Normativa Ecuatoriana para Calidad de Aire. Las dos normas establecen un promedio del material particulado PM_{2.5} en 24 horas. El promedio de los datos (11,20 ug/m³) comparado con la Guía de OMS (20 ug/m³) se encuentra dentro de la norma por lo cual se CUMPLE. Comparado con la Normativa Ecuatoriana de Calidad de Aire que establece un promedio de (150ug/m³) en 24 horas, se CUMPLE en los niveles de Alerta, Alarma y Emergencia, debido a que el promedio (11,20 ug/m³) se encuentra dentro del límite máximo permisible.

10.3.2. Datos PM₁₀

Gráfico 5. Concentración de PM₁₀ en 24 horas



Elaborado por: Chanaguano, Ana (2019)

En el grafico 5 se aprecia el comportamiento de los datos obtenidos de PM₁₀ en 24 horas desde (8: 00am a 8:00 del día siguiente). Se indica el valor máximo de 143ug/m³ a las 13:00 del día 1 donde se evidencia mayor concentración de PM₁₀, el valor mínimo se encuentra en la hora (07:00) del día siguiente día con un valor de 2 ug/m³, el valor con más repeticiones (7ug/m³) y a las (20:00) se encuentra el dato medio de (29 ug/m³).

Tabla 11. Cuadro comparativo con normativa para PM₁₀

OMS 2005	PROMEDIO DE MATERIAL PARTICULADO PM_{10} (24 HORAS)	CRITERIO (CUMPLE O NO CUMPLE)
50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media de 24 horas	46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	CUMPLE
Norma De Calidad Del Aire Ambiente Libro VI Anexo 4		
ALERTA 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ALARMA 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	EMERGENCIA 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Elaborado por: Chanaguano, Ana (2019)

En la tabla 11 se aprecia el cuadro comparativo con las Guías de Calidad de Aire OMS y la Normativa Ecuatoriana para Calidad de Aire. Las dos normas establecen un promedio del material particulado PM_{10} en 24 horas. El promedio de los datos (46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) comparado con la Guía de OMS (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) se encuentra dentro de la norma por lo cual se CUMPLE. Al ser comparado con la Normativa Ecuatoriana de Calidad de Aire, que establece un promedio de (250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en 24 horas, se CUMPLE en los niveles de Alerta, Alarma y Emergencia, debido a que el promedio (46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) se encuentra dentro del límite permisible.

Al comparar con la normativa ecuatoriana de calidad de aire que establece que los promedios de la concentración de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se encuentran dentro de los límites máximos permisibles para PM_{10} (11.20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), (46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en 24 horas CUMPLEN, sin embargo, se debe apreciar la hora que representa mayor concentración de material particulado, y se debería establecer límites más rígidos debido que no se considera el tiempo de exposición a este contaminante dentro del contexto del campus sostenible.

10.4. Identificación de plantas nativas con servicios ecosistémicos

La identificación de especies nativas vegetales se lo realizó según el sentido geográfico del Ceypsa se encuentra en las llanuras y barrancos secos del callejón interandino tomando en cuenta que esta área corresponde a la zona de **Bosque seco Montano- Bajo**.

A continuación, se detalla las especies arbóreas y arbustivas con los servicios ecosistémicos que brindan al ambiente.

Tabla 8. Especies arbóreas y arbustivas nativas

	<p>Nombre común: MOLLE Nombre científico: <i>Schinus molle</i></p>
<p>Breve descripción: Árbol resinoso, siempre verde, de 10 a 12 m de altura de cultivo con la copa densa, con el ramaje delgado y flexible. Según Ferreira Pires, Pereira, de Castro, Barbosa, & Pereira, (2015) el área foliar del <i>Schinus molle</i> es de (26,003 cm²) en la copa más alta en una sola rama. Es una planta muy termófila y muy resistente a las altas temperaturas y la sequía, además se adapta a todo tipo de suelos a excepción de los muy calcáreos o húmedos y tiene un crecimiento relativamente rápido; en áreas de secano soporta el período seco sin precipitaciones durante 6-10 meses y regímenes de precipitaciones sólo invernales de entre 100 - 300 mm, aguanta las heladas de la mañana hasta aproximadamente - 5°C. (Cortez, 2018)</p>	
<p>Servicios ecosistémicos</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Conservación del suelo: Mejora la fertilidad del suelo, las hojas, ramas y frutos se caen abundantemente y al caer constituyen una buena materia orgánica que aumenta la fertilidad del suelo. 2. Control biológico de plagas y Clima local y calidad del aire 	



Nombre común: PUMAMAQUI

Nombre científico: *Oreopanax ecuadorensis*

Breve descripción: Árbol de hasta 15 m de altura y 30 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Tronco cilíndrico recto, ramificación alterna, copa amplia e irregular.

Hojas: Simples alternas de textura coriácea, helicoidalmente arregladas; lámina generalmente lanceolada o frecuentemente lobulada de dimensiones variables dependiendo de su forma, de 12 a 25 cm de largo por 5 a 19 cm de ancho, margen entero revoluto y palmatisecto dentado, ápice obtuso y base obtusa; haz verde lustroso, envés pubescente de color pardo amarillento. Su área foliar por hoja es de (27,12mm²) (Ushiña & Villacis, 2018)

Especie endémica de los Andes del centro y sur del Ecuador. Se ha registrado en las provincias de Azuay, Cañar, Chimborazo, Cotopaxi, Loja, Morona Santiago y Zamora Chinchipe, entre 2500 y 3500 m de altitud (Lozano, 2015)

Servicios ecosistémicos:

1. Conservación del suelo



Nombre común : ALISO

Nombre científico: *Alnus acuminata*

Breve descripción: Árbol de hasta 15 m de altura y 30 cm de DAP; copa abierta, tronco cilíndrico recto con ramificación opuesta, corteza con lenticelas dispersas con hojas simples alternas, dispuestas alrededor de las ramitas, lámina de forma elíptica a ovada y margen irregularmente aserrado, flores unisexuales, flores masculinas dispuestas en

amentos péndulos de 10 a 20 cm de largo, flores femeninas en amentos leñosos. (Minga & Verdugo, 2016)

El área foliar del *Alnus acuminata* estimado en 5 hojas de la copa más alta es de (82,56 mm²) (Ushiña & Vállacis, 2018)

Especie nativa de amplia distribución en América Central y América del Sur. En el Ecuador crece en la región andina entre 2000 y 3500 m de altitud. Se adapta a una gran variedad de suelos, pero prefiere los suelos arenosos y bien drenados. (Minga & Verdugo, 2016)

Servicios ecosistémicos:

1. Prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo: Por su gran capacidad de fijación de nitrógeno.
2. Clima local y calidad del aire
3. Secuestro y almacenamiento de carbono en los 10 primeros años de vida.



Nombre común : GUABA
Nombre científico: *Inga insignis*

Breve descripción: Árbol pequeño de 4 a 8 m de alto, con ramificación alterna desde cerca de la base, copa ancha, follaje verde brillante a veces rojizo en los brotes y ramas tiernas, sus hojas son alternas, compuestas imparipinnadas, raquis alado y nectarios foliares; 4 a 6 pares de folíolos elípticos, de 10 a 14 cm de largo por 4 a 6 cm de ancho. El área foliar del *Inga insignis* es de (7.15mm²) tomado en 5 hojas seleccionadas en lo más denso de la copa. (Ushiña & Vállacis, 2018)

Especie nativa distribuida en los Andes de Colombia, Perú y Ecuador entre 1000 y 3000 m de altitud. En nuestro país crece a lo largo del callejón interandino en las provincias de Azuay, Cañar, Chimborazo, El Oro, Loja, Napo, Pichincha y Tungurahua, en donde es ampliamente cultivada en huertos, jardines y zonas agrícolas. Florece y fructifica con un rango de temperatura de 8 a 25 °C y es tolerante a la sequía. (Minga & Verdugo, 2016)

Servicios ecosistémicos:

1. Prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo: Por su capacidad de fijar nitrógeno en asociación con bacterias.
2. Clima local y calidad del aire



Nombre común: NOGAL

Nombre científico: *Juglans neotropica*

Breve descripción: Árbol de hasta 25 m de altura y 80 cm de diámetro. Tronco recto, copa globosa, corteza externa gris agrietada, hojas compuestas caducifolias, con 5 a 9 pares de folíolos de forma ovalado-lanceolada, de colores verde oscuro y aromáticas al frotarlas. Según Ushiña & Vállacis (2018), mencionan el área foliar en hojas seleccionadas es de (50,83mm²). Está ampliamente distribuido en bosques montanos y premontanos, en nuestro país se encuentra a lo largo de la región andina entre 1000 y 3500m. (Minga & Verdugo, 2016)

Servicios ecosistémicos:

1. Prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo
2. Clima local y calidad del aire



Nombre común: CAPULI

Nombre científico: *Prunus serótina*

Breve descripción: Árbol de 10 m de altura y 20 cm de DAP. Fuste tortuoso, ramificación esparcida, copa estrecha, corteza externa gris fisurada, sus hojas simples alternas con estípulas reniformes, lámina de ampliamente ovada a orbicular, margen entero, ápice agudo y base cordada; haz verde oscuro, envés verde claro glauco. (Minga & Verdugo, 2016). Su área foliar es de (45,20mm²) en hojas seleccionadas. (Ushiña &

Víllacis, 2018). Es una especie típica de bosque andino alto, crece entre 2500 y 3700 m de altitud, con rangos de temperatura entre 10 y 17° C. Es muy frecuente en márgenes de quebradas y ríos pequeños. (Minga & Verdugo, 2016)

Servicios ecosistémicos:

1. Prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo
2. Clima local y calidad del aire



Nombre común: QUISHUAR

Nombre científico: *Buddleja bullata*

Breve descripción: Árbol, de porte pequeño hasta mediano, de 3 m a 12 m de altura y 20 cm a 50 cm de diámetro, con el tronco a menudo robusto hasta 8 m de altura, fuste recto, de copa amplia, irregular, poco densa, corteza externa es agrietada y de color marrón cenizo, corteza interna de color crema claro, hojas simples, opuestas, largas y lanceoladas de 12 a 15 cm de largo y de 2 a 3 cm de ancho, son gruesas, con la cara inferior densamente cubierta de pelos diminutos que le dan un color blanco y un aspecto afelpado y suave al tacto, de color verde oscuro en el haz, con venas fuertemente impresas, tiene el borde finamente dentado. El área foliar es de (29,64mm²) en cada una de sus hojas. (Ushiña & Víllacis, 2018)

Esta especie se desarrolla entre los 2.300 y 3.400 (3.500) msnm. se registra en Loja, Azuay, Cañar, Chimborazo, Cotopaxi y Pichincha.

Servicios ecosistémicos:

1. Prevención de la erosión



Nombre común: GUARANGO

Nombre científico: *Caesalpinia spinosa*

Breve descripción: Árbol o Arbusto pequeño de 3 a 6 m de alto, tronco cilíndrico tortuoso con abundante ramificación alterna, con espinas curvadas de 1 cm de largo, copa globosa a irregular; follaje de color verde oliva.

Especie endémica del Ecuador, se encuentra en los valles interandinos desde Chimborazo hasta Azuay, es muy común en los valles de Cuenca-Azogues y Paute-Gualaceo. Sus hojas son compuestas, con 2 a 4 pares de pinnas, cada pinna contiene entre 6 y 8 pares de folíolos oblongos, sésiles de 0,6–1,2 cm de largo x 0,2–0,4 de ancho; estípulas lineares presentes, ejes primarios y secundarios pulvinulados, con pequeños pelos blancos dispersos. (Minga & Verdugo, 2016).

Es una especie propia de los valles secos interandinos, se adapta bien a terrenos pobres y pedregosos, es frecuente observarla en taludes de carretera, barrancos y márgenes de caminos, quebradas y bajo plantaciones de eucaliptos. Posee capacidad de rebrote y su regeneración natural es buena; sus flores son visitadas por abejas y colibríes. Debido a su limitado rango de distribución geográfica esta especie ha sido catalogada como vulnerable a la extinción. (Minga & Verdugo, 2016)

Servicios ecosistémicos

1. Conservación del suelo: Al ser una leguminosa contribuye con nitrógeno al suelo
2. Clima local y calidad del aire



Nombre común: CHILCA

Nombre científico: *Baccharis latifolia*

Breve descripción: Es un arbusto nativo común en muchas partes de la Sierra de Ecuador que crece a lo largo de las acequias y terrenos baldíos es de crecimiento rápido, muy ramificado y densamente folioso. Sus hojas son simples, subsésiles, disposición alterna, de forma ovalado-espátulado, con dientes marginales hasta el ápice de un color verde intenso brillante, crece espontáneamente y prefiere más bien los climas fríos. El área foliar de *Baccharis latifolia* es de (12,50mm²) en hojas seleccionadas. (Ushiña & Vállacis, 2018)

El arbusto alcanza de 2 a 4 metros de altura y forma una mata densa de vegetación con otras plantas de chilca. (Whu, 2014)

Servicios ecosistémicos:

1. Prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo debido a que sus raíces son densas y no muy largas.



Nombre común: LECHERO

Nombre científico: *Euphorbia laurifolia*

Breve descripción: Arbusto de hasta 5 m de altura, posee un látex lechoso, hojas simples, glabras, estípulas ausentes; su área foliar es de (8,76mm²) en cada hoja (Ushiña & Vállacis, 2018) Sus flores masculinas son caducas en 4–5 cimbras, sin perianto, un estambre con antera ditecal, divergente, globosa, flor femenina sin perianto, 1 óvulo en cada lóculo, 3 estilos bifurcados en el ápice del ovario Es ampliamente distribuido en Colombia, Venezuela, Guyana, Ecuador, Perú y Bolivia. En Ecuador también está muy bien representado en todas las provincias andinas, a una elevación de 1.500 hasta 3.000 msnm, y se registra en las provincias de Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Loja, Pichincha y Tungurahua. (Lozano, 2015)

Servicio ecosistémico:

1. Clima local y calidad del aire



Nombre común: IGUILAN

Nombre científico: *Monnina obtusifolia*

Breve descripción: Minga & Verdugo (2016) lo mencionan como un arbusto o árbol pequeño de 2 a 5 m de altura, tallos cilíndricos suaves, ramificación alterna y apretada en el ápice, sus hojas son simples, alternas, de textura cartácea, estipuladas, sostenidas por peciolos de 0,2–0,4 cm de largo; lámina elíptica a estrechamente elíptica de 1,5–5,5 cm de largo x 0,6–1,8 cm de ancho, base atenuada, ápice de agudo a ligeramente acuminado y margen entero; haz verde oscuro ligeramente pubescente, envés verde claro. Presenta un área foliar de hoja de (28,13mm²) (Ushiña & Villacis, 2018).

Se distribuye en los Andes del centro y sur del Ecuador hasta el norte del Perú entre 2000 y 3500 m de altitud.

Servicio ecosistémico:

1. Clima local y Calidad de aire



Nombre común : LAUREL DE CERA

Nombre científico: *Morella pubescens*

Breve descripción: Arbusto aromático de 2 a 7 m de altura, con abundante ramificación con diámetros de hasta 25-30 cm, de copa redondeada, ramillas pubescentes y denso follaje verde; hojas simples alternas, decusadas, elípticas con glándulas amarillentas en ambas caras, margen aserrado, rugosas, pecíolo pubescente, 0.6-1 cm de longitud acanalado en la cara superior; nerviación muy marcada por el envés. (Lozano, 2015) El área foliar de sus hojas (39.50mm²) tomados de las hojas más grandes y en buen estado. (Ushiña & Villacis, 2018). En Ecuador se distribuye sobre los 2.100 msnm. En Ecuador se registra en las provincias de Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Loja, Morona, Napo, Pichincha, Tungurahua y Zamora. (Lozano, 2015)

Servicios ecosistémicos:

1. Prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo: se utiliza para la restauración de zonas erosionadas.
2. Moderación de fenómenos extremos: son aptas para plantar en taludes de carreteras y pendientes abruptas.



Nombre común: FALSO TABACO

Nombre científico: *Nicotiana glauca*

Breve descripción: Árbol siempre verde de hasta 9 m de altura. Tallo con uno o varios troncos gruesos en la parte basal y ramificaciones algo frágiles y siempre lisas. Hojas grandes de color verde-azulado a blanquecino. Flores tubulares, amarillas, con un tono ligeramente verde en bordes. Frutos marrones, con abundantes semillas diminutas y negras. Crece de manera abundante en zonas áridas y suelos pocos drenados. (Minga & Verdugo, 2016)

Servicio ecosistémico:

1. Control biológico de plagas

Elaborado por: el Autor

10.5. Propuesta de gestión del acceso vehicular

10.5.1. Introducción

Los resultados obtenidos a nivel de ruido sobrepasan los decibeles establecidos en la Normativa Ecuatoriana Tulsma cuyo límite es de 45 decibeles (dB) según el uso de suelo y las concentraciones del material particulado PM₁₀ y PM_{2.5} se encuentra dentro de los límites permisibles según la Normativa Ecuatoriana de Calidad de Aire y las Guías de Calidad de Aire OMS, debido a que los valores no superan el promedio establecido de las 24 horas. Sin embargo, se debe apreciar el pico de horas con mayor concentración y el flujo de vehículos que transitan por el acceso vehicular.

10.5.2. Justificación

El estado del acceso vehicular de la Facultad CAREN, no está culminado en su totalidad, debido a esto existen materiales de construcción como arena y ripio. Este contribuye a la generación de ruido cuando los vehículos circulan, el ruido se genera por la rodadura de la superficie y las llantas del automóvil sumado a esto la velocidad alta. De igual forma en el levantamiento de partículas.

La importancia de realizar la propuesta es contrarrestar la mitigación de contaminantes físicos (ruido) y contaminantes químicos (concentraciones de $PM_{2.5}$ y PM_{10}) con la inclusión de la valoración de las especies vegetales nativas, las cuales poseen diversos servicios ecosistémicos que ayudaran a contrarrestar estos contaminantes.

10.5.3. Objetivos

- Vincular a todos los estudiantes de la Facultad en cada una de las actividades planteadas en la propuesta
- Promover medidas de gestión para el acceso vehicular de la Facultad CAREN con lineamientos de campus sostenible para la reducción de contaminantes físicos y químicos.

10.5.4. ESTRATEGIA 1

- Socializar los resultados obtenidos de ruido y material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$ a la comunidad universitaria.

Responsables: Autoridades de la Facultad Caren y Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente

Tiempo de ejecución: 4 meses

Las autoridades deberán socializar los resultados de los niveles de ruido y concentraciones de material particulado a todos los estudiantes, docentes, personal administrativo de todas las

carreras. De manera adicional se deberá informar acerca de los riesgos a la salud que conlleva los niveles altos de ruido y las concentraciones de material particulado.

9.5.4.1. Resultados esperados:

Se espera que dentro de la socialización de resultados la comunidad universitaria concientice sobre los riesgos que están expuestos a estos contaminantes con respecto al tiempo de exposición.

10.5.5. ESTRATEGIA 2

- Promover campañas que ayuden a la mitigación de contaminantes en el acceso vehicular.

- ✓ Campaña de “Comparte tu Auto”

Responsables: Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente

Tiempo de ejecución: Permanente

La campaña será ejecutada de manera permanente para tener mejores resultados, se sabe por estudios aplicados en otros países que el compartir el auto reduce el número de coches expulsando humo y generando ruido.

10.5.5.1. Resultados esperados:

La campaña contribuirá en la reducción de contaminación y arrojará indicadores sobre mejoramiento de niveles de ruido, ambiente, concentraciones de material particulado, calidad de vida cuyas acciones permitirán tener una buena gestión en el acceso vehicular beneficiando a toda la comunidad universitaria.

- ✓ Campaña de “Reforestación responsable

Responsables: Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente

Tiempo de ejecución: Permanente

Ilustración 4: Campaña de reforestación



Elaborado por: Chanaguano Ana (2019)

En la ilustración 4 se visualiza al acceso vehicular reforestado a lo largo del acceso vehicular con una longitud de 400 metros aproximadamente.

Se plantea un programa de reforestación con especies de flora local nativas con servicios ecosistémicos una vez al año en las zonas que se requiera, pero de manera esencial a lo largo del acceso vehicular donde el nivel de ruido es alto y existe la presencia de material particulado $PM_{2.5}$ y PM_{10} en concentraciones dentro de los límites máximos permisibles, sin embargo, se debe procurar que estas concentraciones no se incrementen, sino que se reduzca.

10.5.5.2. Especies vegetales consideradas:

Siete especies arbustivas tales como: molle (*Schinus molle*), pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*), aliso (*Alnusa cuminata*), guaba (*Inga insignis*), nogal (*Juglans neotropica*), capulí (*Prunus serótina*), quishuar (*Buddleja bullata*) y 6 especies arbustivas: guarango (*Caesalpinia spinosa*), chilca (*Baccharis latifolia*), lechero (*Euphorbia laurifolia*), iguilian (*Monnina obtusifolia*), laurel de cera (*Morella pubescens*), falso tabaco (*Nicotiana glauca*).

10.5.5.3. Resultados esperados:

Con la implementación de la campaña de reforestación responsable se espera llegar a la valoración de las especies nativas y a la reducción de las concentraciones de los niveles de ruido y material particulado. Llegando así a un modelo de gestión para el acceso vehicular enfocado en construcciones sostenibles y vinculante con la sociedad y el ambiente.

10.5.6. ESTRATEGIA 3

- Promover acciones extras vinculadas a la gestión del acceso vehicular de la Facultad CAREN.

Responsables: Toda la comunidad universitaria

Tiempo de ejecución: Permanente

- ✓ Culminación de la obra en el acceso vehicular
- ✓ El adecuado uso de la bocina del auto
- ✓ Fijación de un límite de velocidad para el acceso vehicular
- ✓ Señalética

10.5.6.1. Resultados esperados:

Con la implementación de estas acciones se contribuye a la concientización ambiental y a la reducción de las concentraciones de los niveles de ruido y material particulado y otros contaminantes.

11. IMPACTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

Sociales. -Participación activa del personal docente, estudiantes, personal administrativo y poblaciones aledañas en la ejecución de actividades para la mitigación de contaminantes físicos (ruido) y químicos (material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$) con lineamientos de Campus Sostenible.

El presente proyecto junto a los estudios realizados en el Ceypsa servirá como base para apegarnos al lenguaje de sostenibilidad enfocado en el Campus Sostenible.

Económicos. – Ahorro en la adquisición de plantas destinadas a reforestación, debido a que aquellas no necesitan de tanto cuidado para crecer.

Ambientales. - Aporte en el cuidado de especies nativas y apreciación de los servicios ecosistémicos que poseen. Uno de los enfoques del proyecto es generar una propuesta con lineamientos de Campus Sostenible enfocado en la mitigación de contaminantes físicos (ruido) y químicos (PM_{10} y $PM_{2.5}$).

12. PRESUPUESTO

Tabla 9. Presupuesto del proyecto

Recursos	Cantidad	Unidades	Valor Unitario \$	Valor Total \$
Recurso Humano				
Servicios profesionales	3	\$	15	45
Recurso de Oficina				
Libreta de campo	1	\$	0,5	0,5
Esferos	4	\$	0,5	2
Recursos Tecnológicos				
Impresiones	400	\$	0,15	60
Computador	200	Horas de internet	0.90	180
GPS	4	Alquiler por horas	15	60
Sonómetro	8	Alquiler por horas	15	120
E-MBA	48	Alquiler por horas	15	720
Otros Recursos				
Transporte	15	Número de viajes	5	75
SUBTOTAL				1262.5
IMPREVISTOS 10%				126.25
TOTAL				1388.75

Elaborado por: Chanaguano, Ana (2019)

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones

- Se identificó los contaminantes físicos y químicos emitidos por el parque automotor como contaminante físico al ruido y contaminantes químicos al material particulado PM_{2.5} y PM₁₀, en el acceso vehicular transitan 404 vehículos al día entre (motocicletas, buses, automóviles, camionetas, camiones y tractores desde las 7H00am hasta las 7H00pm.
- Los niveles de ruido se encuentran fuera de los límites máximos permisibles de (45dB) según el tipo de uso de suelo (Zona hospitalaria y Educativa) que indica el Tulsma Libro VI Anexo 5 no se CUMPLEN con los límites máximos permisibles. El rango máximo se encuentra en el lapso de (13:30 a 13:45) con un valor de (79,7dB), el mínimo (61.4dB) en el horario de (15:30 a 15:45).
- La concentración de PM_{2.5} indican un valor máximo de (38ug/m³) a las 08:00 del día siguiente. El promedio de concentración en 24 horas (11,68 ug/m³) comparado con la Guía de OMS (20 ug/m³) y con la Normativa Ecuatoriana de Calidad de Aire que establece un promedio de (150ug/m³), se CUMPLEN. Las concentraciones de PM₁₀ indican el valor máximo de (143ug/m³) a las 13:00 del día 1 representa mayor concentración. El promedio de concentración en 24 horas (46 ug/m³) comparado con la Guía de OMS (50 ug/m³) y comparado con la Normativa Ecuatoriana de Calidad de Aire Tulsma Libro VI Anexo 4 que establece un promedio de (250ug/m³), se CUMPLEN.
- Las especies nativas identificadas según el piso altitudinal molle (*Schinus molle*), pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*), aliso (*Alnusa cuminata*), guaba (*Inga insignis*), nogal (*Juglans neotropica*), capulí (*Prunus serótina*), quishuar (*Buddleja bullata*), guarango (*Caesalpinia spinosa*), chilca (*Baccharis latifolia*), lechero (*Euphorbia laurifolia*), iguilian (*Monnina obtusifolia*), laurel de cera (*Morella pubescens*), falso tabaco (*Nicotiana glauca*) poseen servicios ecosistémicos de protección como regulador del clima local, prevención de la erosión del suelo, fertilidad del suelo, control biológico de plagas y otros servicios tales como alimentos, recursos medicinales, hábitat para especies etc.

- En la propuesta se detalla actividades y campañas que se debe implementar para una buena gestión del acceso donde se detalla la reforestación con responsabilidad incluyendo plantas nativas que, a más de brindar servicios ecosistémicos de protección de conservación y fertilidad del suelo, regulador del clima, control de plagas brindan otros servicios tales como de alimento, materia prima, secuestro y captura de carbono.

13.2. Recomendaciones

- Para el monitoreo de material particulado ($PM_{2.5}$ y PM_{10}) el equipo debe estar debidamente calibrado y se debe tener disponibilidad de electricidad y la seguridad del caso.
- Promover el monitoreo de ruido y $PM_{2.5}$ y PM_{10} por lo menos una vez al año para generar datos que ayuden a estudios futuros.
- La propuesta debe ser difundida e incluida a los programas ya existentes en la Facultad CAREN para una buena gestión del acceso vehicular y lograr reducir el impacto socio ecológico de los contaminantes físicos (ruido) y químicos ($PM_{2.5}$ y PM_{10}).
- Establecer nuevas políticas ambientales que aporten a la sostenibilidad del campus, no solo en la Facultad CAREN sino en todas las Facultades de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Alba, D. (23 de Enero de 2017). Declaración de Abuja, Educación Superior y Desarrollo Sostenible: Hacia una fundamentación de la sostenibilidad. *Revista Iberoamericana de Educación*, 73, 34.
- Amable, I., Méndez, J., Delgado, L., & Acebo, F. (Mayo- Junio de 2017). Contaminación ambiental por ruido. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rme/v39n3/rme240317.pdf>
- Benavides, A., & Daza, O. (2013). Evaluación de los sistemas agroforestales para la elaboración de un plan de manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos en el ceypsa, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi". Latacunga, Cotopaxi, Ecuador.
- Berghöfer, A., Mader, A., Patrickson, S., Calcaterra, E., Smit, J., Blignaut, J., . . . Van Zyl, H. (2011). *Manual de TEEB para las ciudades: Servicios de los ecosistemas en la gestión urbana*. Obtenido de http://doc.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Additional%20Reports/Manual%20for%200Cities/TEEB%20Manual%20for%20Cities_English.pdf
- Borrero, I., González, E., & Domínguez, E. (2011). *El ruido vehicular urbano y su relación con medidas de restricción del flujo de automóviles*. Colombia.
- Bovarnick, A., Alpizar, F., & Schnell, C. (2010). *La Importancia de la Biodiversidad y de los Ecosistemas para el Crecimiento Económico y la Equidad en América Latina y el Caribe: Una Valoración Económica de los Ecosistemas, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*.
- Constitución, E. (2008). *CONSTITUCIÓN DEL ECUADOR: Capítulo segundo, Derechos del buen vivir ,Sección segunda, Ambiente sano*. Quito. Obtenido de https://www.oas.org/juridico/mla/sp/ecu/sp_ecu-int-text-const.pdf
- Cortez, M. (2018). EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD INSECTICIDA DEL ACEITE ESENCIAL DE MOLLE (*Schinus molle* L.) FASE DE CAMPO, FRENTE AL GUSANO BLANCO (*Premnotrypes vorax* Hustache) DE LA PAPA EN LA VARIEDAD SANTA ROSA. Ambato, Ecuador.
- Domínguez, J. I., Jungmann, R., Miranda, M., Vargas, A., Irraráz, R., & Peña, R. (2009). Forestación urbana, una alternativa real para combatir la contaminación ambiental. Obtenido de <https://politicaspUBLICAS.uc.cl/wp-content/uploads/2015/02/forestacion-urbana-una-alternativa-real-para-combatir-la-contaminacion-ambiental.pdf>

- EPA, A. d. (5 de Junio de 2018). *Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos en Español*. Obtenido de <https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-del-material-particulado-pm-sobre-la-salud-y-el-medioambiente>
- Fernández, F., Allende, F., Rasilla, D., Martilli, A., & Alcaide, J. (2016). *Etudio de detalle del clima urbano de Madrid*. Madrid .
- Ferreira Pires, M., Pereira, M. P., de Castro, E. M., Barbosa, S., & Pereira. (2015). MICROMORFOMETRIA FOLIAR DE *Schinus molle* L. (ANARCADIACEAE) EM DIFERENTES. *Universidade Federal de Lavras*, 21, 17-25. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74433488003>
- Gandini, M. A. (2016). *PROGRAMA: "CAMPUS SOSTENIBLE* . Colombia .
- Gómez, A., & Plascencia, L. (2016). *Conservación y Restauración de Servicios Ecosistémicos Forestales: Sendero de Apreciación y Conocimiento de la Naturaleza*. Tlaquepaque, Jalisco.
- Iannacone, J., & Alvariño, L. (03 de Diciembre de 2010). TOXICIDAD DE *SCHINUS MOLLE* L. (ANACARDIACEAE) A CUATRO CONTROLADORES BIOLÓGICOS DE PLAGAS AGRÍCOLAS EN EL PERÚ. *Acta Zoológica Mexicana Instituto de Ecología*, 26.
- Latorre, E., & González, J. A. (2017). *Campus Sostenible: Una estrategia para la inclusión de la variable ambiental en los procesos académicos y administrativos de la Universidad Contemporánea*.
- Libro VI Anexo 4, T. (2015). *Limites para contaminantes de aire*. Ecuador.
- Lozano, P. (2015). *Especies Forestales Árboreas y Arbustivas de los Bosques Montanos del Ecuador* . Quito.
- Maffei, L., & Bianco, C. (2016). *Contaminación Industrial y Urbana*. Obtenido de <http://www.unter.org.ar/imagenes/6-Industrial-urbana.pdf>
- Maldonado, J. (30 de Noviembre de 2009). CIUDADES Y CONTAMINACIÓN AMBIENTAL. *Revista de Ingeniería*, 66-71. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1210/121015710002.pdf>
- Mínga, D., & Verdugo, A. (2016). *Árboles y Arbustos de los Ríos de Cuenca* . Azuay , Ecuador: Editorial Don Bosc.
- Ministerio del Medio Ambiente. (Diciembre de 2016). *Guía de Calidad de Aire y Educación Ambiental*. Chile. Obtenido de <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf>

- OMS, O. M. (2006). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre*. Suiza .
- Pavan, S. (2008). *La economía de los ecosistemas y biodiversidad*. Belgium. Obtenido de http://www.teebweb.org/media/2008/05/TEEB-Interim-Report_Spanish.pdf
- Priego, C. (Noviembre de 2002). Beneficios del Arbolado Urbano .
- Ramírez, A., & Domínguez, E. (Diciembre de 2011). El ruido vehicular urbano: problemática agobiante de los países en vías de desarrollo. Colombia.
- Riveros, H. G., Cabrera, E., & Martínez, J. (1998). *Emisiones Vehiculares*.
- Rojas, A., & Gil, B. (Julio- Diciembre de 2012). La calidad ambiental urbana y la sustentabilidad como principios organizadores del espacio urbano. Caso de estudio Pedregosa Alta, parroquia Lasso de la Vega, Municipio Libertador del Estado Mérida. (28), 87-113. Mérida, Venezuela. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/555/55530464005.pdf>
- Sabrina, F. D. (2014). ESTUDIO DE LA ACCIÓN HIPOGLUCEMIANTE Y DESINFLAMATORIA DE LA CHILCA (*Baccharis latifolia*) EN LA PROVINCIA DE EL ORO- 2013. Machala, Ecuador .
- Sánchez, C. (2016). Material particulado y su incidencia en la salud de los trabajadores en la empresa de calzado Cm Original. Ambato. Obtenido de http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24456/1/Tesis_t1178mshi.pdf
- Talloires, R. (1990). *Declaración de Talloires: Sobre las responsabilidades cívicas sociales y las funciones cívicas de la educación*. Francia. Obtenido de <https://www.conahec.org/documents/Monterrey2008/EnriqueOchoa-3E.pdf>
- Tulsmá, T. u. (2015). *LIMITES PERMISIBLES DE NIVELES DE RUIDO AMBIENTE PARA FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES, Y PARA VIBRACIONES*.
- Unión Europea, U. (Septiembre de 2009). *Bienes y servicios ecosistémicos*. Obtenido de http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/Ecosystems%20goods%20and%20Services/Ecosystem_ES.pdf
- Ushiña, K., & Villacis, J. (2018). Caracterización Funcional de Especies Arbóreas de un Bosque Andino y sus Implicaciones con el Manejo Sostenible. Quito- Sangolquí, Ecuador .
- Valdés, A., Toro, R., Leiva, M., & Ibarra, S. (2018). *Modelación de dispersión y concentración de material particulado atmosférico e impacto en salud pública, en el marco del proyecto "Terminal Cerros de Valparaíso-TCVAL*. Chile.

- Warren, R. (2018). “ESTIMACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PM10 y PM2.5 EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LIMA UTILIZANDO UN MODELO EULERIANO” . Lima-Perú.
- Whu, D. (2014). Actividad energética y hepatoprotectora de las hojas de baccharis lanceolata (chilca) . Lima , Perú.

15. ANEXOS

Anexo 1: Hoja de vida del Tutor

FICHA SIITH								
Favor ingresar todos los datos solicitados, con absoluta veracidad, esta información es indispensable para el ingreso de los servidores públicos al Sistema Informático Integrado de Talento Humano (SIITH)								
DATOS PERSONALES								
NACIONALIDAD	CÉDULA	PASAPORTE	AÑOS DE RESIDENCIA	NOMBRES	APELLIDOS	FECHA DE NACIMIENTO	LIBRETA MILITAR	ESTADO CIVIL
Ecuatoriana	1801634922		llene si es extranjero	VICENTE DE LA DOLOROSA	CORDOVA YANCHAPANTA	05/04/1960		CASADA/O
DISCAPACIDAD	N° CARNÉ CONADIS	TIPO DE DISCAPACIDAD	MODALIDAD DE INGRESO	FECHA DEL PRIMER INGRESO AL SECTOR PÚBLICO	FECHA DE INGRESO A LA INSTITUCIÓN	FECHA DE INGRESO AL PUESTO	GENERO	TIPO DE SANGRE
			Contrato	1/7/09	14/3/12	14/3/12	M	ORh+
MODALIDAD DE INGRESO LA INSTITUCIÓN			FECHA INICIO	FECHA FIN	N° CONTRATO	CARGO	UNIDAD ADMINISTRATIVA	
CONTRATO DE SERVICIOS OCASIONALES			1/10/15	31/12/15		Docente- Investigador	CAREN	
TELÉFONOS		DIRECCIÓN DOMICILIARIA PERMANENTE						
TELÉFONO DOMICILIO	TELÉFONO CELULAR	CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	N°	REFERENCIA	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA
	0999731878	22 de julio	Luis Cordero	202	Barrio los Andes	Pichincha	Mejía	Machachi
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL				AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA				
TELÉFONO DEL TRABAJO	EXTENSIÓN	CORREO ELECTRÓNICO INSTITUCIONAL	CORREO ELECTRÓNICO PERSONAL	AUTOIDENTIFICACIÓN ÉTNICA	ESPECIFIQUE NACIONALIDAD INDÍGENA	ESPECIFIQUE SI SELECCIONÓ OTRA		
		vicente.cordova@utc.edu.ec	vdcordova@gmail.com	MESTIZO		SI		
FORMACIÓN ACADÉMICA								
NIVEL DE INSTRUCCIÓN	No. DE REGISTRO (SENECYT)	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	TÍTULO OBTENIDO	EGRESADO	AREA DE CONOCIMIENTO	PERIODOS APROBADOS	TIPO DE PERIODO	PAIS
TERCER NIVEL	1010-08-866090	UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO	INGENIERO AGRONOMO		62	5	OTROS	ECUADOR
4TO NIVEL - MAESTRÍA	5435R-12-11953	BALL STATE UNIVERSITY	MASTER IN NATURAL RESOURCES MANAGEMENT		44	4	SEMESTRES	EE.UU.
4TO NIVEL - DOCTORADO	5435R-12-12303	BALL STATE UNIVERSITY	DOCTOR IN SCIENCE EDUCATION		44	6	SEMESTRES	EE.UU.
EVENTOS DE CAPACITACIÓN								
TIPO	NOMBRE DEL EVENTO (TEMA)		EMPRESA / INSTITUCIÓN QUE ORGANIZA EL EVENTO	DURACIÓN HORAS	TIPO DE CERTIFICADO	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	PAÍS
CONFERENCIA	Conferencia Regional Andina: Confrontando los impactos de quemaz agrícolas. Panelista		Autoridad Nacional del Agua. Perú	20		12-feb-15	13-feb-15	Perú
CONFERENCIA	Conferencia Regional Andina: Confrontando los impactos de quemaz agrícolas. Expositor		Autoridad Nacional del Agua. Perú	20		12-feb-15	13-feb-15	Perú
SEMINARIO	Aplicación de ítems mediante recursos E-Learning y "Construcción de Ítems".		Dirección de Posgrado. UT.	10		22/11/14	22/11/14	Ecuador

Anexo 2: Hoja de vida del autor del proyecto**1.- DATOS PERSONALES**

APELLIDOS: CHANAGUANO COCHA
 NOMBRES: ANA ROCIO
 CEDULA DE CIUDADANÍA: 1804408787
 LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: PANGUA, 29 DE MARZO DE 1995
 DIRECCIÓN DOMICILIARIA: SANTA ROSA BELLAVISTA – AMBATO.
 NÚMERO TELEFÓNICO: 0995363793
 E-MAIL: anachanaguano@gmail.com
ana.chanaguano7@utc.edu.ec

2.- ESTUDIOS REALIZADOS

NIVEL	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	ESPECIALIDAD	AÑO DE CULMINACIÓN
PRIMARIA	ESCUELA ARCHIPIELAGO DE COLÓN		2006
SECUNDARIA	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR MARIA NATALIA VACA	QUIMICO BIOLGO	2012
TERCER NIVEL	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	INGENIERO AMBIENTAL	EN CURSO

6.- SEMINARIOS Y CURSOS REALIZADOS

- Taller GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. AME-2017.
- CURSO DE VOLUNTARIOS DE PROTECCION CIVIL SNGR- 2012
- Capacitación de sujetos de control en Planes de Manejo Ambiental Dirección de Gestión Ambiental Cotopaxi-8 HORAS

7.- PONENCIAS

- PONENTE EN LA I JORNADA DE DIFUSIÓN AMBIENTAL 2019

7.- PROYECTOS REALIZADOS

Mitigación de contaminantes físicos y químicos en el acceso vehicular de la Facultad CAREN.

Anexo 3: Cuantificación de vehículos

TIPO DE VEHÍCULOS	DIA 1	DIA 2	PROMEDIO
MOTOCICLETAS	23	26	24,5
BUSES	62	57	59,5
AUTOMOVILES	149	161	155
CAMIONETAS	170	146	158
CAMIONES	7	3	5
TRACTORES	1	3	2
Subtotal	412	396	404

Anexo 4: Equipos utilizados en la generación de datos PM_{2.5}, PM₁₀ y ruido

E-BAM



SONÓMETRO

Anexo 5: Hoja datos de ruido

Tiempo	Nivel Máximo (dB) Día 1	Nivel Máximo (dB) Día 2	Nivel Máximo (dB) Promedio 2 días	Nivel de Cumplimiento según Tulsma (zona según el tipo de uso de suelo) Hospitalaria y Educativa (45dB)
(7:30-7:45)	70,3	67,2	68,8	No Cumple
(7:45-8:00)	70	66	68,0	No Cumple
(8:00-8:15)	75	63,3	69,2	No Cumple
(8:15-8:30)	68,1	65,3	66,7	No Cumple
(8:30-8:45)	71,5	75	73,3	No Cumple
(8:45-9:00)	71,5	71,7	71,6	No Cumple
(9:00-9:15)	66,1	72,5	69,3	No Cumple
(9:15-9:30)	71,1	72,7	71,9	No Cumple
(9:30-9:45)	67,5	79,3	73,4	No Cumple
(9:45-10:00)	68,5	70	69,3	No Cumple
(10:00-10:15)	66,1	62,2	64,2	No Cumple
(10:15-10:30)	66,6	61	63,8	No Cumple
(10:30-10:45)	66,5	69,5	68,0	No Cumple
(10:45-11:00)	75,6	60	67,8	No Cumple
(11:00-11:15)	71,5	69,2	70,4	No Cumple
(11:15-11:30)	66,1	68,9	67,5	No Cumple
(11:30-11:45)	67	69,8	68,4	No Cumple
(11:45-12:00)	67,1	72,5	69,8	No Cumple
(12:00-12:15)	71,6	68,3	70,0	No Cumple
(12:15-12:30)	73,6	71	72,3	No Cumple
(12:30-12:45)	71,4	73,2	72,3	No Cumple
(12:45-13:00)	75,7	71,2	73,5	No Cumple
(13:00-13:15)	73,7	65	69,4	No Cumple
(13:15-13:30)	73,8	70,6	72,2	No Cumple
(13:30-13:45)	70,8	88,6	79,7	No Cumple
(13:45-14:00)	74,1	67,5	70,8	No Cumple
(14:00-14:15)	68,3	67,9	68,1	No Cumple
(14:15-14:30)	67,4	68,4	67,9	No Cumple
(14:30-14:45)	71,4	66,4	68,9	No Cumple
(14:45-15:00)	70,4	73,2	71,8	No Cumple
(15:00-15:15)	69,6	66,4	68,0	No Cumple
(15:15-15:30)	67,5	59,2	63,4	No Cumple
(15:30-15:45)	61,4	61,4	61,4	No Cumple
(15:45-16:00)	70,8	72,8	71,8	No Cumple
(16:00-16:15)	68,6	75,9	72,3	No Cumple
(16:15-16:30)	69,2	67,4	68,3	No Cumple
(16:30-16:45)	74	63,9	69,0	No Cumple
(16:45-17:00)	75,8	67	71,4	No Cumple
(17:00-17:15)	71,3	68,7	70,0	No Cumple
(17:15-17:30)	68,8	66,7	67,8	No Cumple
(17:30-17:45)	76,8	69,5	73,2	No Cumple
(17:45-18:00)	65,9	63,1	64,5	No Cumple
(18:00-18:15)	64,2	71,8	68,0	No Cumple
(18:15-18:30)	78,7	67,1	72,9	No Cumple
(18:30-18:45)	67,2	62,6	64,9	No Cumple
(18:45-19:00)	70,6	68,5	69,6	No Cumple
(19:00-19:15)	67,8	57,2	62,5	No Cumple
(19:15-19:30)	69,3	64,2	66,8	No Cumple
Moda promedio de 2 Días = 68(dB)				
Mediana promedio de 2 Días = 69,2(dB)				
Rango mínimo promedio de 2 Días = 61,4(dB)				
Rango máximo promedio de 2 Días = 79,7(dB)				

Anexo 6: Hoja de datos PM_{2.5}

Horas	Concentración Horas (ug/m ³) PM _{2.5}
(8H00)	5 (ug/m³)
(9:00H)	23 (ug/m³)
(10H00)	13 (ug/m³)
(11H00)	14 (ug/m³)
(12H00)	17 (ug/m³)
(13H00)	12 (ug/m³)
(14H00)	19 (ug/m³)
(15H00)	14 (ug/m³)
(16H00)	11 (ug/m³)
(17H00)	11 (ug/m³)
(18H00)	17 (ug/m³)
(19H00)	18 (ug/m³)
(20H00)	10 (ug/m³)
(21H00)	3 (ug/m³)
(22H00)	8 (ug/m³)
(23H00)	4 (ug/m³)
(00H00)	6 (ug/m³)
(01H00)	9 (ug/m³)
(02H00)	2 (ug/m³)
(03H00)	2 (ug/m³)
(04H00)	7 (ug/m³)
(05H00)	2(ug/m³)
(06H00)	2 (ug/m³)
(07H00)	25 (ug/m³)
(08H00)	38 (ug/m³)
PROMEDIO (24 HORAS)	11,68(ug/m³)
MEDIANA	11 (ug/m³)
MODA	2(ug/m³)
RANGO MAXIMO	38 (ug/m³)

RANGO MINIMO	2(ug/m³)
--------------	------------------------------

Anexo 7: Hoja de datos de PM₁₀

Horas	Concentración Horas (ug/m ³) PM ₁₀
(8H00)	58(ug/m³)
(9:H00)	136(ug/m³)
(10H00)	85(ug/m³)
(11H00)	88(ug/m³)
(12H00)	98(ug/m³)
(13H00)	143(ug/m³)
(14H00)	89(ug/m³)
(15H00)	42(ug/m³)
(16H00)	71(ug/m³)
(17H00)	73(ug/m³)
(18H00)	65(ug/m³)
(19H00)	61(ug/m³)
(20H00)	29(ug/m³)
(21H00)	12(ug/m³)
(22H00)	4(ug/m³)
(23H00)	7(ug/m³)
(00H00)	10(ug/m³)
(01H00)	4(ug/m³)
(02H00)	17(ug/m³)
(03H00)	12(ug/m³)
(04H00)	7(ug/m³)
(05H00)	13(ug/m³)
(06H00)	17(ug/m³)
(07H00)	2(ug/m³)
(08H00)	7(ug/m³)
PROMEDIO (24 HORAS)	46(ug/m³)
MODA	7(ug/m³)
MEDIANA	29(ug/m³)
RANGO MÍNIMO	2(ug/m³)
RANGO MÁXIMO	143(ug/m³)

Anexo 8: Datos generados por el Equipo E-BAM-PM_{2.5}

Time	ConcRT (mg/m ³)	ConcHr (mg/m ³)	Flow (l/m)	WS (m/)	WD(AT(C	RHx (%)	RHi (%)	BV (V)	FT (C)	Alar m	Type
29/04/2019/8:00	0	0,005	0	0,3	1	12,7	0	60	14,3	14,1	0	0
29/4/2019 8:15	0	0,005	0	0,3	1	12,7	0	60	14,3	14,1	0	0
29/4/2019 8:30	-0,005	0,005	13,5	0,3	1	13	0	60	14,4	15,5	256	0
29/4/2019 8:45	-0,005	0,005	16,7	0,3	1	13,7	0	51	14,4	19,8	256	0

29/4/2019 9:00	0,104	0,023	16,7	0,3	1	14,1	0	44	14,4	20,6	256	0
29/4/2019 9:15	0,04	0,023	16,7	0,3	1	14,5	0	43	14,4	20,6	256	0
29/4/2019 9:30	-0,001	0,023	16,7	0,3	1	14,8	0	40	14,4	21,3	256	0
29/4/2019 9:45	0,018	0,023	16,7	0,3	1	15,2	0	39	14,4	21,8	256	0
29/4/2019 10:00	0,016	0,013	16,7	0,3	1	15,3	0	39	14,4	22,2	0	0
29/4/2019 10:15	0,025	0,013	16,7	0,3	1	15	0	38	14,4	22	0	0
29/4/2019 10:30	0,013	0,013	16,7	0,3	1	15,3	0	38	14,4	21,9	0	0
29/4/2019 10:45	0,005	0,013	16,7	0,3	1	15,5	0	37	14,4	22,2	0	0
29/4/2019 11:00	0,012	0,014	16,7	0,3	1	16,6	0	35	14,4	23	0	0
29/4/2019 11:15	0,008	0,014	16,7	0,3	1	18	0	32	14,4	24,3	0	0
29/4/2019 11:30	0,012	0,014	16,7	0,3	1	18,4	0	30	14,4	25,4	0	0
29/4/2019 11:45	0,021	0,014	16,7	0,3	1	18,9	0	28	14,4	26,2	0	0
29/4/2019 12:00	0,027	0,017	16,7	0,3	1	18,8	0	28	14,4	26,6	0	0
29/4/2019 12:15	0,015	0,017	16,7	0,3	1	18,6	0	28	14,4	26,6	0	0
29/4/2019 12:30	0,01	0,017	16,7	0,3	1	18,3	0	29	14,4	26,2	0	0
29/4/2019 12:45	0,021	0,017	16,7	0,3	1	18,6	0	29	14,4	26	0	0
29/4/2019 13:00	0,019	0,012	16,7	0,3	1	18,8	0	28	14,4	26,3	0	0
29/4/2019 13:15	0,018	0,012	16,7	0,3	1	18,6	0	28	14,4	26,1	0	0
29/4/2019 13:30	0,016	0,012	16,7	0,3	1	18,7	0	28	14,4	26,1	0	0
29/4/2019 13:45	-0,005	0,012	16,7	0,3	1	18	0	28	14,4	25,9	0	0
29/4/2019 14:00	0,033	0,019	16,7	0,3	1	17,4	0	29	14,4	25,1	0	0
29/4/2019 14:15	0,008	0,019	16,7	0,3	1	17,6	0	29	14,4	24,5	0	0
29/4/2019 14:30	0,02	0,019	16,7	0,3	1	17,2	0	29	14,4	24,2	0	0
29/4/2019 14:45	0,003	0,019	16,7	0,3	1	17,1	0	30	14,4	23,9	0	0
29/4/2019 15:00	0,021	0,014	16,7	0,3	1	16,8	0	30	14,4	23,6	0	0
29/4/2019 15:15	0,018	0,014	16,7	0,3	1	16,9	0	30	14,4	23,5	0	0
29/4/2019 15:30	0,001	0,014	16,7	0,3	1	17	0	30	14,4	23,5	0	0
29/4/2019 15:45	0,012	0,014	16,7	0,3	1	16,8	0	30	14,4	23,6	0	0
29/4/2019 16:00	0,013	0,011	16,7	0,3	1	16,3	0	31	14,4	23,3	0	0
29/4/2019 16:15	0,012	0,011	16,7	0,3	1	16,2	0	31	14,4	22,9	0	0
29/4/2019 16:30	0,004	0,011	16,7	0,3	1	16,8	0	31	14,4	22,9	0	0
29/4/2019 16:45	0,022	0,011	16,7	0,3	1	16,3	0	31	14,4	23	0	0
29/4/2019 17:00	0,019	0,011	16,7	0,3	1	16,1	0	32	14,4	22,6	0	0
29/4/2019 17:15	0,004	0,011	16,7	0,3	1	15,7	0	33	14,4	22,2	0	0
29/4/2019 17:30	0,026	0,011	16,7	0,3	1	15,4	0	34	14,4	21,8	0	0
29/4/2019 17:45	0,003	0,011	16,7	0,3	1	14,9	0	34	14,4	21,5	0	0
29/4/2019 18:00	0,025	0,017	16,7	0,3	1	14,6	0	35	14,4	21	0	0
29/4/2019 18:15	0,015	0,017	16,7	0,3	1	14,3	0	36	14,4	20,5	0	0
29/4/2019 18:30	0,023	0,017	16,7	0,3	1	14,1	0	37	14,4	20	0	0
29/4/2019 18:45	0,017	0,017	16,7	0,3	1	13,7	0	38	14,4	19,5	0	0
29/4/2019 19:00	0,017	0,018	16,7	0,3	1	13,4	0	39	14,4	19	0	0
29/4/2019 19:15	0,01	0,018	16,7	0,3	1	13,1	0	40	14,4	18,6	0	0
29/4/2019 19:30	0,011	0,018	16,7	0,3	1	12,9	0	41	14,4	18,1	0	0

29/4/2019 19:45	0,011	0,018	16,7	0,3	1	12,6	0	42	14,4	17,9	0	0
29/4/2019 20:00	0,009	0,01	16,7	0,3	1	12,6	0	42	14,4	17,8	0	0
29/4/2019 20:15	0,014	0,01	16,7	0,3	1	12,6	0	42	14,4	17,8	0	0
29/4/2019 20:30	-0,004	0,01	16,7	0,3	1	12,6	0	42	14,4	18	0	0
29/4/2019 20:45	0,016	0,01	16,7	0,3	1	12,5	0	43	14,4	18	0	0
29/4/2019 21:00	0,009	0,003	16,7	0,3	1	12,4	0	43	14,4	17,9	0	0
29/4/2019 21:15	0,002	0,003	16,7	0,3	1	12,4	0	43	14,4	17,9	0	0
29/4/2019 21:30	0,006	0,003	16,7	0,3	1	12,4	0	43	14,4	18	0	0
29/4/2019 21:45	0	0,003	16,7	0,3	1	12,5	0	42	14,4	18	0	0
29/4/2019 22:00	0,003	0,008	16,7	0,3	1	12,2	0	43	14,4	17,8	0	0
29/4/2019 22:15	0,012	0,008	16,7	0,3	1	12,1	0	43	14,4	17,8	0	0
29/4/2019 22:30	0,005	0,008	16,7	0,3	1	12,1	0	43	14,4	17,8	0	0
29/4/2019 22:45	0,003	0,008	16,7	0,3	1	11,8	0	42	14,4	18	0	0
29/4/2019 23:00	0,007	0,004	16,7	0,3	1	11,8	0	42	14,4	18	0	0
29/4/2019 23:15	0,006	0,004	16,7	0,3	1	11,9	0	43	14,4	17,8	0	0
29/4/2019 23:30	0,013	0,004	16,7	0,3	1	12	0	43	14,4	17,7	0	0
29/4/2019 23:45	-0,005	0,004	16,7	0,3	1	12,1	0	43	14,4	17,7	0	0
30/4/2019 0:00	0,003	0,006	16,7	0,3	1	12,1	0	43	14,4	17,6	0	0
30/4/2019 0:15	-0,005	0,006	16,3	0,3	1	12	0	45	14,4	18,9	0	0
30/4/2019 0:30	0,05	0,006	16,7	0,3	1	11,8	0	45	14,4	18,7	0	0
30/4/2019 0:45	-0,001	0,006	16,7	0,3	1	11,6	0	45	14,4	18,8	0	0
30/4/2019 1:00	0,007	0,009	16,7	0,3	1	11,4	0	45	14,4	18,7	0	0
30/4/2019 1:15	-0,005	0,009	16,7	0,3	1	11,4	0	45	14,4	18,9	0	0
30/4/2019 1:30	-0,005	0,009	16,7	0,3	1	11,4	0	45	14,4	19,2	0	0
30/4/2019 1:45	0,028	0,009	16,7	0,3	1	11,4	0	45	14,4	18,8	0	0
30/4/2019 2:00	-0,005	-0,004	16,7	0,3	1	11,3	0	45	14,4	19	0	0
30/4/2019 2:15	0,008	-0,004	16,7	0,3	1	11,3	0	45	14,4	18,8	0	0
30/4/2019 2:30	0,001	-0,004	16,7	0,3	1	11,5	0	45	14,4	18,7	0	0
30/4/2019 2:45	0,009	-0,004	16,7	0,3	1	11,5	0	45	14,4	18,7	0	0
30/4/2019 3:00	-0,005	-0,005	16,7	0,3	1	11,4	0	45	14,4	19	0	0
30/4/2019 3:15	-0,005	-0,005	16,7	0,3	1	11,3	0	45	14,4	19,3	0	0
30/4/2019 3:30	0,009	-0,005	16,7	0,3	1	10,9	0	45	14,4	19,3	0	0
30/4/2019 3:45	-0,001	-0,005	16,7	0,3	1	10,7	0	45	14,4	19,2	0	0
30/4/2019 4:00	0,017	0,007	16,7	0,3	1	10,5	0	45	14,4	19	0	0
30/4/2019 4:15	0,024	0,007	16,7	0,3	1	10,1	0	45	14,4	18,5	0	0
30/4/2019 4:30	-0,005	0,007	16,7	0,3	1	10	0	45	14,4	18,5	0	0
30/4/2019 4:45	0	0,007	16,7	0,3	1	10,3	0	45	14,4	18,7	0	0
30/4/2019 5:00	-0,005	-0,003	16,7	0,3	1	10,4	0	45	14,4	19,1	0	0
30/4/2019 5:15	0,006	-0,003	16,7	0,3	1	10,5	0	45	14,4	19	0	0
30/4/2019 5:30	-0,001	-0,003	16,7	0,3	1	10,7	0	45	14,4	19,3	0	0
30/4/2019 5:45	0,015	-0,003	16,7	0,3	1	10,8	0	45	14,4	19,1	0	0
30/4/2019 6:00	-0,005	0,002	16,7	0,3	1	10,8	0	45	14,4	19,2	0	0
30/4/2019 6:15	0,019	0,002	16,7	0,3	1	10,9	0	45	14,4	19,1	0	0

30/4/2019 6:30	-0,002	0,002	16,7	0,3	1	10,9	0	45	14,4	19,1	0	0
30/4/2019 6:45	0,005	0,002	16,7	0,3	1	11,1	0	45	14,4	19	0	0
30/4/2019 7:00	0,059	0,025	16,7	0,3	1	11,4	0	45	14,4	18,7	0	0
30/4/2019 7:15	0,092	0,025	16,7	0,3	1	11,7	0	45	14,4	18,2	0	0
30/4/2019 7:30	0,032	0,025	16,7	0,3	1	12	0	44	14,4	18	0	0
30/4/2019 7:45	0,02	0,025	16,7	0,3	1	12,3	0	44	14,4	18,2	0	0
30/4/2019 8:00	0,022	0,038	16,7	0,3	1	12,7	0	43	14,4	18,5	0	0

Anexo 8: Datos generados por el Equipo E-BAM-PM₁₀

Time	ConcRT (mg/m ³)	ConcHr (mg/m ³)	Flow (l/m)	WS (m/s)	WD (Deg)	AT (C)	RHx (%)	RHi (%)	BV (V)	FT (C)	Alarm	Type
30/4/2019 8:00	0	0	9,6	0,3	1	12,9	0	47	14,3	18,9	25,6	1
30/4/2019 8:15	0	0	9,6	0,3	1	12,9	0	47	14,3	18,9	25,6	1
30/4/2019 8:30	0	0	9,6	0,3	1	12,9	0	47	14,3	18,9	25,6	1
30/4/2019 8:45	0,058	0	16,7	0,3	1	13,7	0	43	14,4	19,3	25,6	1
30/4/2019 9:00	0,131	0,136	16,7	0,3	1	13,9	0	41	14,4	19,8	25,6	1
30/4/2019 9:15	0,135	0,136	16,7	0,3	1	13,9	0	40	14,4	19,9	25,6	1
30/4/2019 9:30	0,082	0,136	16,7	0,3	1	14,5	0	39	14,4	20,5	25,6	1
30/4/2019 9:45	0,083	0,136	16,7	0,3	1	15	0	37	14,4	21,3	25,6	1
30/4/2019 10:00	0,089	0,085	16,7	0,3	1	15,8	0	35	14,4	22,2	0	1
30/4/2019 10:15	0,089	0,085	16,7	0,3	1	15,4	0	35	14,4	22,7	0	1
30/4/2019 10:30	0,055	0,085	16,7	0,3	1	16,3	0	34	14,4	23	0	1
30/4/2019 10:45	0,099	0,085	16,7	0,3	1	16,9	0	32	14,4	24	0	1
30/4/2019 11:00	0,113	0,088	16,7	0,3	1	16,5	0	32	14,4	24,2	0	1
30/4/2019 11:15	0,138	0,088	16,7	0,3	1	16,6	0	32	14,4	24	0	1
30/4/2019 11:30	0,105	0,088	16,7	0,3	1	16,7	0	31	14,4	23,9	0	1
30/4/2019 11:45	0,094	0,088	16,7	0,3	1	16,5	0	31	14,4	23,8	0	1
30/4/2019 12:00	0,051	0,098	16,7	0,3	1	17,1	0	31	14,4	23,6	0	1

30/4/2019 12:15	0,155	0,098	16,7	0,3	1	17, 6	0	30	14,4	24	0	1
30/4/2019 12:30	0,16	0,098	16,7	0,3	1	18, 8	0	28	14,4	25	0	1
30/4/2019 12:45	0,148	0,098	16,7	0,3	1	19, 8	0	25	14,4	26, 4	0	1
30/4/2019 13:00	0,093	0,143	16,7	0,3	1	19, 4	0	24	14,4	27, 4	0	1
30/4/2019 13:15	0,103	0,143	16,7	0,3	1	19, 9	0	24	14,4	27, 7	0	1
30/4/2019 13:30	0,105	0,143	16,7	0,3	1	19, 9	0	23	14,4	28, 4	0	1
30/4/2019 13:45	0,075	0,143	16,7	0,3	1	20	0	23	14,4	28, 7	0	1
30/4/2019 14:00	0,094	0,089	16,7	0,3	1	19, 1	0	22	14,4	28, 4	0	1
30/4/2019 14:15	0,039	0,089	16,7	0,3	1	19, 6	0	22	14,4	28, 2	0	1
30/4/2019 14:30	0,058	0,089	16,7	0,3	1	20	0	21	14,4	29	0	1
30/4/2019 14:45	0,056	0,089	16,7	0,3	1	20, 3	0	21	14,4	29, 5	0	1
30/4/2019 15:00	0,038	0,042	16,7	0,3	1	20, 1	0	21	14,4	29, 9	0	1
30/4/2019 15:15	0,081	0,042	16,7	0,3	1	20	0	20	14,4	30, 3	0	1
30/4/2019 15:30	0,042	0,042	16,7	0,3	1	20, 4	0	19	14,4	30, 8	0	1
30/4/2019 15:45	0,073	0,042	16,7	0,3	1	19, 8	0	19	14,4	30, 9	0	1
30/4/2019 16:00	0,081	0,071	16,7	0,3	1	20	0	19	14,4	31	0	1
30/4/2019 16:15	0,077	0,071	16,7	0,3	1	18, 9	0	19	14,4	30, 4	0	1
30/4/2019 16:30	0,051	0,071	16,7	0,3	1	18, 5	0	20	14,4	29, 3	0	1
30/4/2019 16:45	0,06	0,071	16,7	0,3	1	17, 4	0	21	14,4	28, 1	0	1
30/4/2019 17:00	0,086	0,073	16,7	0,3	1	16, 8	0	23	14,4	26, 6	0	1
30/4/2019 17:15	0,09	0,073	16,7	0,3	1	16, 4	0	23	14,4	25, 4	0	1
30/4/2019 17:30	0,064	0,073	16,7	0,3	1	15, 8	0	25	14,4	24, 4	0	1
30/4/2019 17:45	0,049	0,073	16,7	0,3	1	15, 3	0	25	14,4	23, 6	0	1
30/4/2019 18:00	0,058	0,065	16,7	0,3	1	15	0	25	14,4	23, 2	0	1
30/4/2019 18:15	0,064	0,065	16,7	0,3	1	14, 5	0	26	14,4	22, 6	0	1
30/4/2019 18:30	0,063	0,065	16,7	0,3	1	14, 2	0	27	14,4	22, 1	0	1
30/4/2019 18:45	0,075	0,065	16,7	0,3	1	13, 9	0	27	14,4	21, 7	0	1

30/4/2019 19:00	0,043	0,061	16,7	0,3	1	13, 7	0	28	14,4	21, 3	0	1
30/4/2019 19:15	0,033	0,061	16,7	0,3	1	13, 2	0	29	14,4	20, 9	0	1
30/4/2019 19:30	0,034	0,061	16,7	0,3	1	13	0	29	14,4	20, 5	0	1
30/4/2019 19:45	0,042	0,061	16,7	0,3	1	12, 9	0	29	14,4	20, 5	0	1
30/4/2019 20:00	0,02	0,029	16,7	0,3	1	12, 8	0	29	14,4	20, 3	0	1
30/4/2019 20:15	0,008	0,029	16,7	0,3	1	12, 6	0	29	14,4	20, 1	0	1
30/4/2019 20:30	0,008	0,029	16,7	0,3	1	12, 4	0	29	14,4	20, 1	0	1
30/4/2019 20:45	0,02	0,029	16,7	0,3	1	12, 2	0	29	14,4	20	0	1
30/4/2019 21:00	0,013	0,012	16,7	0,3	1	12, 2	0	28	14,4	20, 1	0	1
30/4/2019 21:15	0,011	0,012	16,7	0,3	1	12, 2	0	27	14,3	20, 4	0	1
30/4/2019 21:30	-0,005	0,012	16,7	0,3	1	12, 2	0	27	14,3	21	0	1
30/4/2019 21:45	0,017	0,012	16,6	0,3	1	12, 2	0	26	14,3	21, 2	0	1
30/4/2019 22:00	-0,002	0,004	16,6	0,3	1	12, 2	0	26	14,3	21, 3	0	1
30/4/2019 22:15	0,02	0,004	16,6	0,3	1	12, 1	0	26	14,3	21, 3	0	1
30/4/2019 22:30	0	0,004	16,5	0,3	1	11, 9	0	26	14,3	21, 3	0	1
30/4/2019 22:45	0,006	0,004	16,5	0,3	1	11, 8	0	26	14,4	21, 4	0	1
30/4/2019 23:00	0,014	0,007	16,5	0,3	1	11, 8	0	26	14,4	21, 5	0	1
30/4/2019 23:15	-0,004	0,007	16,4	0,3	1	11, 5	0	26	14,4	21, 5	0	1
30/4/2019 23:30	0,026	0,007	16,4	0,3	1	11, 2	0	26	14,4	21, 5	0	1
30/4/2019 23:45	-0,004	0,007	16,4	0,3	1	11, 2	0	26	14,4	21, 5	0	1
1/5/2019 0:00	0,016	0,01	16,4	0,3	1	11, 1	0	26	14,4	21, 3	0	1
1/5/2019 0:15	0,007	0,01	16,3	0,3	1	10, 7	0	36	14,4	20, 9	0	1
1/5/2019 0:30	0,017	0,01	16,7	0,3	1	10, 6	0	38	14,4	19, 8	0	1
1/5/2019 0:45	0,019	0,01	16,7	0,3	1	10, 8	0	39	14,4	19, 1	0	1
1/5/2019 1:00	0,003	0,004	16,7	0,3	1	10, 8	0	40	14,4	18, 7	0	1
1/5/2019 1:15	0,015	0,004	16,7	0,3	1	10, 7	0	42	14,4	18, 2	0	1
1/5/2019 1:30	-0,002	0,004	16,7	0,3	1	10, 8	0	42	14,4	17, 7	0	1

1/5/2019 1:45	0,022	0,004	16,7	0,3	1	10, 8	0	43	14,4	17, 5	0	1
1/5/2019 2:00	0,002	0,017	16,7	0,3	1	11	0	43	14,4	17, 4	0	1
1/5/2019 2:15	0,023	0,017	16,7	0,3	1	11, 1	0	43	14,4	17, 4	0	1
1/5/2019 2:30	-0,005	0,017	16,7	0,3	1	11, 1	0	43	14,4	17, 3	0	1
1/5/2019 2:45	0,03	0,017	16,7	0,3	1	11, 1	0	43	14,4	17, 3	0	1
1/5/2019 3:00	0,007	0,012	16,7	0,3	1	10, 9	0	44	14,4	17, 2	0	1
1/5/2019 3:15	0,006	0,012	16,7	0,3	1	10, 6	0	44	14,4	17	0	1
1/5/2019 3:30	0,016	0,012	16,7	0,3	1	10, 4	0	45	14,4	16, 9	0	1
1/5/2019 3:45	0,022	0,012	16,7	0,3	1	10, 2	0	45	14,4	16, 8	0	1
1/5/2019 4:00	-0,005	0,007	16,7	0,3	1	10	0	45	14,4	16, 9	0	1
1/5/2019 4:15	0,02	0,007	16,7	0,3	1	10, 2	0	45	14,4	16, 8	0	1
1/5/2019 4:30	0,021	0,007	16,7	0,3	1	10, 4	0	45	14,4	16, 8	0	1
1/5/2019 4:45	0,007	0,007	16,7	0,3	1	10, 5	0	45	14,4	16, 9	0	1
1/5/2019 5:00	0,007	0,013	16,7	0,3	1	10, 4	0	45	14,4	16, 9	0	1
1/5/2019 5:15	0,014	0,013	16,7	0,3	1	10, 5	0	45	14,4	17	0	1
1/5/2019 5:30	0,013	0,013	16,7	0,3	1	10, 6	0	45	14,4	17	0	1
1/5/2019 5:45	0,003	0,013	16,7	0,3	1	10, 7	0	45	14,4	17, 1	0	1
1/5/2019 6:00	0,022	0,017	16,7	0,3	1	10, 7	0	45	14,4	17, 2	0	1
1/5/2019 6:15	0,018	0,017	16,7	0,3	1	10, 8	0	44	14,4	17, 2	0	1
1/5/2019 6:30	-0,004	0,017	16,7	0,3	1	11, 1	0	44	14,4	17, 3	0	1
1/5/2019 6:45	0,009	0,017	16,7	0,3	1	11, 4	0	44	14,4	17, 3	0	1
1/5/2019 7:00	-0,003	0,002	16,7	0,3	1	12, 3	0	42	14,4	17, 8	0	1
1/5/2019 7:15	-0,005	0,002	16,7	0,3	1	13, 7	0	38	14,4	19, 4	0	1
1/5/2019 7:30	-0,005	0,002	16,7	0,3	1	14, 2	0	34	14,4	21, 1	0	1
1/5/2019 7:45	0,013	0,002	16,7	0,3	1	14, 6	0	32	14,4	22, 5	0	1
1/5/2019 8:00	0,015	0,007	16,7	0,3	1	14, 2	0	32	14,4	23	0	1